

RA2018-5

鐵道事故調查報告書

I 日本貨物鉄道株式会社 室蘭線 北入江信号場構内
列車脱線事故

II 九州旅客鉄道株式会社 筑豊線 直方駅構内
鉄道物損事故

平成30年7月26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 中橋 和博

《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 室蘭線
北入江信号場構内
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29年2月23日 3時59分ごろ

発生場所：北海道あぶた虻田郡とうやこ洞爺湖町

室蘭線 北入江信号場構内

平成30年6月25日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	中橋和博
委員	奥村文直（部会長）
委員	石田弘明
委員	石川敏行
委員	岡村美好
委員	土井美和子

要旨

<概要>

日本貨物鉄道株式会社の隅田川駅発札幌貨物ターミナル駅行き19両編成の下り高速貨第3055列車は、平成29年2月23日、五稜郭駅を定刻（1時10分）に出発した。同列車の運転士は、北入江信号場構内を速度約54km/hで走行中、異常な振動を感じたため、非常ブレーキにより列車を停止させ、防護無線を発報した。輸送指令にその旨を報告し、車両を確認したところ、1両目の機関車の前台車、中間台車及び後台車の全6軸のうち、第5軸及び第6軸が進行方向右側に脱線していることを認めため、指令に報告した。

列車には、運転士1名が乗車していたが、負傷はなかった。

<原因>

本事故は、貨物列車の1両目の機関車において、後台車の中心ピンとけん引装置を

締結する取付ボルト2本が走行中に脱落してけん引装置が垂下したため、次のような経過により後台車の全車軸（第5軸及び第6軸）が脱線したことによるものと考えられる。

- (1) けん引装置が入江町踏切道の左ガードレールに衝撃して左側のけん引リンクが折損した。
- (2) 折損後、更に垂下したけん引装置が北入江信号場構内の分岐器のリードレールに衝撃したことにより、けん引装置に右方向の力が作用して、後台車の全車軸（第5軸及び第6軸）の車輪が右側に脱線した。

けん引装置の取付ボルトが脱落したことについては、重要部検査での車体と台車の結合作業において、取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに仮締め状態で作業を終了し、その後の走行による振動等によりボルトの緩みが進行したことによる可能性があると考えられる。

取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに作業を終了したことについては、作業者の役割分担や作業手順が明確でない状況で作業が行われたこと等により、トルクレンチによるボルト締め付け作業及び締結状態の確認が行われなかった可能性があると考えられる。

また、目視での緩みの検出を容易にする合いマーク等の方策はとられていなかったこと、及びボルトに荷重が作用しており緩みによる打音の変化が捉えにくい箇所であったことが関与して、仕業検査及び交番検査において、ボルトの緩みを検出できなかった可能性があると考えられる。

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	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	運転士の口述	2
2.1.2	車両の状態及び運転操作に関する情報	3
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	4
2.3	鉄道施設及び車両等に関する情報	4
2.3.1	事故現場等に関する情報	4
2.3.2	鉄道施設に関する情報	5
2.3.3	車両に関する情報	7
2.4	鉄道施設及び車両の損傷、痕跡等に関する情報	15
2.4.1	鉄道施設の損傷及び痕跡等に関する情報	15
2.4.2	車両の損傷等の状況	17
2.5	乗務員に関する情報	22
2.6	運転取扱いに関する情報	22
2.7	車両検査に関する情報	22
2.7.1	五稜郭機関区の概要	22
2.7.2	けん引装置の検査方法等に関する情報	23
2.7.3	車両検査作業手順書等に関する情報	25
2.7.4	重要部検査における車体と台車の結合作業	25
2.7.5	車両検査を実施した作業者等の口述	27
2.8	教育に関する情報	31
2.9	過去に発生した類似事象に関する情報	31
2.10	打音検査に関する情報	33
2.10.1	取付ボルトの打音検査に関する情報	33
2.10.2	打音検査の検証調査	34
2.11	気象に関する情報	35

3	分 析	35
3.1	運転取扱いに関する分析	35
3.2	軌道に関する分析	35
3.3	運転保安設備に関する分析	35
3.4	車両に関する分析	36
3.5	列車脱線事故の関与要因	36
3.6	けん引装置の損傷に関する分析	37
3.7	列車脱線事故発生に関する分析	38
3.7.1	取付ボルト脱落から列車脱線事故発生に至るまでの経過	38
3.7.2	脱線時の脱線地点、時刻及び走行速度	39
3.8	取付ボルトが脱落したことに 関する分析	39
3.8.1	取付ボルトが脱落した要因に 関する分析	39
3.8.2	取付ボルトの脱落の過程に 関する分析	40
3.9	取付ボルトの締め付けトルクが 不足していたことに 関する分析	41
3.10	取付ボルトを所定のトルク値で 締め付けずに作業を終了した ことに 関する 分析	42
3.11	取付ボルト等の取付状態の検査 に関する分析	43
3.12	過去に発生した類似事象への 対応に関する分析	43
4	結 論	44
4.1	分析の要約	44
4.2	原因	46
5	再発防止策	46
5.1	必要と考えられる再発防止策	46
5.2	事故後にJR貨物が講じた措置	47

添付資料

付図1	室蘭線等の路線及び本件列車の 経路略図	49
付図2	事故現場付近の地形図	49
付図3	事故現場の概況 その1	50
付図4	事故現場の概況 その2	51
付図5	洞爺駅～事故現場間の略図	52
付図6	脱線の状況	53

付図 7	事故現場付近の痕跡.....	54
付図 8	落失した車両部品の発見地点.....	55
付図 9	車両の損傷状況 その 1.....	56
付図 10	車両の損傷状況 その 2.....	56
付図 11	台車の損傷状況 その 1.....	57
付図 12	台車の損傷状況 その 2.....	57
付図 13	けん引装置の損傷状況 その 1.....	58
付図 14	けん引装置の損傷状況 その 2.....	58
付図 15	中心ピンの損傷状況.....	59
付図 16	落失した車両部品の損傷状況.....	59
付図 17	落失した車両部品に関する情報.....	60
付図 18	重要部検査から事故発生までの経過.....	60

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隅田川駅発札幌貨物ターミナル駅行き19両編成の下り高速貨第3055列車は、平成29年2月23日（木）、五稜郭駅を定刻（1時10分）に出発した。同列車の運転士は、北入江信号場構内を速度約54km/hで走行中、異常な振動を感じたため、非常ブレーキにより列車を停止させ、防護無線を発報した。輸送指令にその旨を報告し、車両を確認したところ、1両目（以下、車両は前から数え、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）の機関車の前台車、中間台車及び後台車の全6軸のうち、第5軸及び第6軸が進行方向右側に脱線していることを認めたため、指令に報告した。

列車には、運転士1名が乗車していたが、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、平成29年2月23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。また、委員を車両調査に派遣した。

北海道運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場等に派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

平成29年	2月23日～25日	現場調査、車両調査及び口述聴取
平成29年	3月14日～15日	車両調査及び口述聴取
平成29年	4月6日	車両調査及び口述聴取
平成29年	4月11日	車両調査
平成29年	7月3日～4日	車両調査及び口述聴取
平成29年	12月13日	車両調査
平成30年	1月24日	車両調査

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 運転士の口述

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。）の下り高速貨第3055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。

運転する予定の機関車（以下「本件車両」という）は無動力回送^{*1}の機関車と連結されていた。出区点検^{*2}を行った後、貨車と連結して、本件列車は五稜郭駅を定刻（1時10分）に出発した。出区点検で本件車両に異常はなかった。

途中の停車場である長万部駅^{おしやまんべ}を定刻（3時16分）に出発した後、洞爺駅^{とうや}（長万部駅起点41k470m、以下「長万部駅起点」は省略する。）を1分強の遅れで通過した。五稜郭駅を出発してからここまで車両に異常はなかった。

洞爺駅通過後、一つ目の踏切道^{あぶた}（虻田ビバオフ踏切道）では何も感じなかったが、二つ目の踏切道（入江町踏切道）で「コン」という音がした。車両のスノープラウ^{*3}辺りに雪又は氷が当たるいつもの音かなと判断して運転を続けた。このときは、「コン」という音だけで振動等の異常は感じなかった。

その後、上り勾配となるので、ノッチアップしながら運転を続けたが、三つ目の踏切道^{くつちゃん}（倶知安室蘭線道路踏切道）を通過するときに、また「コン」という音がした。音が続くことに違和感があったものの、また雪又は氷の音だと思いながら、運転には問題ないと判断して運転を続けた。「コン」という音は、車両の前方からではないことは分かった。

踏切道を通過するたびに音が鳴っていたので、四つ目の踏切道（北入江町踏切道）を通過するときには音の発生に注意を向けていたが、ちょうど運転席が踏切道を通過するくらいのときに「コン」と音がした。何の音か気になったが、北入江信号場の場内信号機が2番線に対する進行信号を現示していたので、曲線の速度制限に合わせて、場内信号機の喚呼位置標で、ノッチオフして惰行運転で運転を続けた。その後、北入江信号場の1番線と2番線に分かれる分岐器付近で突然「ガタガタガタ」と、強い振動があり、突き上げと横揺れが混ざった、今までに経験したことのない揺れを感じた。分岐器付近だったので、脱線

*1 「無動力回送」とは、本報告書では、機関車の機関を停止し、機関車の動力を使用せずに他の機関車にけん引されて目的地まで回送することをいう。

*2 「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。

*3 「スノープラウ」とは、車両限界内の軌道上の積雪を排除するため、先頭車両に取り付けられている雪かき器のことをいう。

したと思い、すぐに非常ブレーキを扱った。そのときは、速度は50km/hくらいだったと思う。列車停止後、直ちに防護無線を発報し、列車無線により状況を輸送指令に報告した。

その後、運転室から降りて、列車を見て回ったところ、本件車両の5軸目及び6軸目が進行方向の右側に30～50cm脱線していることが分かった。輸送指令にそのことを一報した後、後ろの無動力回送の機関車及び貨車を点検したが、これらの車両には異常はなかった。

(付図1 室蘭線等の路線及び本件列車の経路略図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場の概況 その1、付図4 事故現場の概況 その2、付図5 洞爺駅～事故現場間の略図 参照)

2.1.2 車両の状態及び運転操作に関する情報

本件車両のATS^{*4}には、0.1秒ごとに、時刻、走行キロ程、速度、力行指令及びブレーキ指令の有無、ATS信号の受信状態等を記録する機能が設けられている。また、本件車両には、運転状況記録装置が装備されており、0.2秒ごとに、時刻、速度、力行ノッチ及びブレーキの操作状況等を記録する機能を有している。

これらの記録によれば、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。

*4 「ATS」とは、自動列車停止装置：Automatic Train Stopの略称であり、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たり、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である。

表1 本件車両のATS及び運転状況記録装置の記録

ATS車上装置の記録			運転状況記録装置の記録
時刻	本件列車の先頭の位置 (走行距離により換算)	速度 (km/h)	力行ノッチ及びブレーキ
3時56分36秒	41k470m (洞爺駅付近を走行)	67.2	力行1ノッチ
3時56分59秒	41k900m (虻田ビバオフ踏切道付近を走行)	66.4	力行5ノッチ
3時57分24秒	42k366m (入江町踏切道を通過)	68.7	力行7ノッチ
3時57分56秒	42k992m (倶知安室蘭線道路踏切道を通過)	70.7	
3時58分18秒	43k422m (北入江町踏切道を通過)	70.4	
3時58分31秒		66.0	ノッチオフ
3時59分1秒	44k171m (脱線箇所付近を通過)	53.5	
3時59分2秒	44k180m (北入江信号場分岐器を通過)	52.9	
3時59分4秒		50.8	常用ブレーキ
3時59分5秒		48.7	非常ブレーキ
3時59分19秒	44k322m (停止)	0	

※ 時刻は、標準時の時刻に補正している。

※ ATS車上装置及び運転状況記録装置において走行距離及び速度の算出に用いる車輪は、それぞれ第3軸または第4軸の速度の高い方の軸及び第5軸で異なる。本件車両の第5軸は脱線後に滑走しており、運転情報記録装置の速度等のデータが分析に使用できないため、キロ程及び速度に関してはATS車上装置のデータを採用している。

(付図1 室蘭線等の路線及び本件列車の経路略図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場の概況 その1、付図4 事故現場の概況 その2、付図5 洞爺駅～事故現場間の略図 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 事故現場等に関する情報

- (1) 本件列車の停止位置は、先頭車両（本件車両）の前端が北入江信号場構内の44k322m付近、最後尾車両の後端は43k934m付近であった。
- (2) 本件車両の全6軸のうち後台車にある第5軸及び第6軸が右側に脱線し、各車輪のレールからの距離は、第5軸右車輪：約93mm、第5軸左車輪：約

- 1 2 6 mm、第 6 軸右車輪：約 4 5 8 mm、第 6 軸左車輪：約 4 3 7 mm であった。
- (3) 北入江信号場構内の 4 4 k 1 8 5 m 付近から本件列車の停止位置までの間、左右レールのそれぞれ右側に車輪によるものとみられる痕跡が続いていた。
- (4) 北入江信号場構内の 1 1 号イ分岐器には、車輪によるものとみられる痕跡があった。
- (5) 本件列車の前の列車運行状況は、3 時 5 0 分ごろに上り第 3 0 5 8 列車、3 時 1 7 分ごろに下り第 8 3 列車が本事故現場付近を走行しており、いずれの運転士も異常はなかったと口述している。
- (付図 3 事故現場の概況 その 1、付図 4 事故現場の概況 その 2、付図 5 洞爺駅～事故現場間の略図、付図 6 脱線の状況、付図 7 事故現場付近の痕跡 参照)

2.3.2 鉄道施設に関する情報

2.3.2.1 路線の概要

室蘭線は、長万部駅から岩見沢駅に至る延長 2 1 1. 0 km の路線及び東室蘭駅から室蘭駅に至る延長 7. 0 km の路線からなり、軌間は 1, 0 6 7 mm である。長万部駅から岩見沢駅間は単線区間と複線区間が混在しており、東室蘭駅から室蘭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。本事故発生場所である北入江信号場は単線区間の洞爺駅から有珠^{うす}駅間にあり、非電化区間にある。なお、JR 貨物は、第二種鉄道事業者*5として、貨物列車の運行を行っている。

(付図 1 室蘭線等の路線及び本件列車の経路略図、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) 事故現場付近は、5 0 kgN 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。なお、レール継目及び分岐器には木まくらぎが使用されている。
- (2) 洞爺駅から本件列車の停止位置までの間には、虻田ビバオフ踏切道（第 1 種踏切道：4 1 k 9 0 0 m）、入江町踏切道（第 1 種踏切道：4 2 k 3 6 6 m）、倶知安室蘭線道路踏切道（第 1 種踏切道：4 2 k 9 9 2 m）及び北入江町踏切道（第 1 種踏切道：4 3 k 4 2 2 m）の 4 箇所の踏切道がある。
- (3) 洞爺駅から本件列車の停止位置までの区間において、本件列車の進路上の

*5 「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）

線路には分岐器が4箇所設置されており、洞爺駅構内に、12番^{*6}片開き分岐器^{*7}（11号分岐器、41k770m～41k800m）、8番片開き分岐器（10号口分岐器、41k800m～41k820m）及び16番両開き分岐器^{*8}（10号イ分岐器、41k840m～41k884m）、北入江信号場構内に12番片開き分岐器（11号イ分岐器、44k150m～44k180m）がある。

- (4) 事故現場付近の線形は43k671mから44k144mまでが半径420mの右曲線である。このうち、43k761mから44k054mまでは円曲線であり、その前後のそれぞれ90mは緩和曲線である。

また、44k199mから44k573mまでが半径400mの左曲線である。このうち、44k289mから44k483mまでは円曲線であり、その前後のそれぞれ90mは緩和曲線である。

いずれの曲線も円曲線内のカントは105mm、スラックは5mmに設定されている。

- (5) 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、42k058mから42k463mまでは下り4.2%、他の区間は上り勾配となっている。本件列車の停止位置付近の勾配は、43k360mから43k600mまでは上り14.5%、43k600mから44k460mまでは上り8.7%である。

(付図1 室蘭線等の路線及び本件列車の経路略図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場の概況 その1、付図4 事故現場の概況 その2、付図5 洞爺駅～事故現場間の略図 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^{*9}及びATSが設備されている。室蘭線の運行管理は、北海道旅客鉄道株式会社（以下「JR北海道」という。）の本社総合指令室で列車集中制御装置^{*10}（CTC）の遠隔制御によって行われている。

*6 「12番」とは、分岐器の番数を表す。番数は分岐器の交差角の大きさを示し、番数が大きいほど交差角が小さくなる。以降「8番」「16番」も同様である。

*7 「片開き分岐器」とは、直線の軌道からほかの軌道が、直線の左側または右側に分かれる分岐器のことをいう。

*8 「両開き分岐器」とは、直線軌道が、左右対称に2方向に分かれる分岐器のことをいう。

*9 「閉そく装置」とは、一つの区間を一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。

*10 「列車集中制御装置」とは、線区内の列車の運行を監視し、信号機や転てつ器等の制御を1箇所ですべて集中して行うための装置をいう。

北入江信号場の連動装置^{*11}のジャーナル^{*12}には、信号機、転てつ機等の動作の異常を示す記録は認められなかった。

(付図1 室蘭線等の路線及び本件列車の経路略図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場の概況 その1、付図4 事故現場の概況 その2 参照)

2.3.2.4 鉄道施設の定期検査等に関する情報

(1) 軌道の定期検査等に関する情報

JR北海道では、軌道の定期検査等については、「線路技術心得(実施基準)」に規定している。本事故発生前直近の平成29年2月22日に実施された事故現場付近における線路巡視の記録に、軌道に関して異常を示すものは認められなかった。また、平成28年12月に高速軌道検測車による軌道変位(軌間変位、通り変位^{*13}、水準変位^{*14}及び高低変位)検査を実施しており、整備基準値を超える軌道変位はなかった。また、平成28年7月に実施された北入江信号場11号イ分岐器の分岐器一般検査では、レールの最大摩耗量が2.8mmであり、JR北海道の実施基準に定められたレール交換基準(50kgNレール:16mm)未満であった。さらに、平成28年10月に実施された同分岐器の分岐器機能検査では、軌道部材に異常を示す記録は認められなかった。

本事故発生後に分岐器を含む事故現場付近の軌道変位(軌間変位、通り変位、水準変位及び高低変位)を測定したところ、測定された数値に異常を示すものは認められなかった。

(2) 運転保安設備の定期検査に関する情報

JR北海道では、運転保安設備の定期検査については、「運転保安設備心得(実施基準)」に規定している。本事故発生前直近の平成28年6月～11月に実施された、連動装置及び軌道回路等の運転保安設備の定期検査の記録に異常を示すものは認められなかった。

(付図3 事故現場の概況 その1、付図4 事故現場の概況 その2)

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、本件車両(DF200形式)が、無動力回送の機関車(DF200形

*11 「連動装置」とは、停車場構内の運転保安設備である信号装置、転てつ装置などの機器を、連鎖関係を保ちつつ動作させることをいう。

*12 「ジャーナル」とは、機器の動作状態などを時刻とともに印字または表示したものをいう。

*13 「通り変位」とは、レール長さ方向の左右の変位で、一般に10m正弦矢の値で表され、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。

*14 「水準変位」とは、左右レールの高さの差である「水準」に関する変位で、カントがない場合は水準そのものの値を用い、カントがある場合は水準測定値からカントを減じた量をいう。

式) 1両及びコンテナを積荷した貨車(コキ104形式、コキ106形式及びコキ107形式) 17両をけん引して19両編成で運行していた。本件列車の編成図は図1に示すとおりであった。また、本件列車の1両目である本件車両の主要諸元は表2のとおりである。

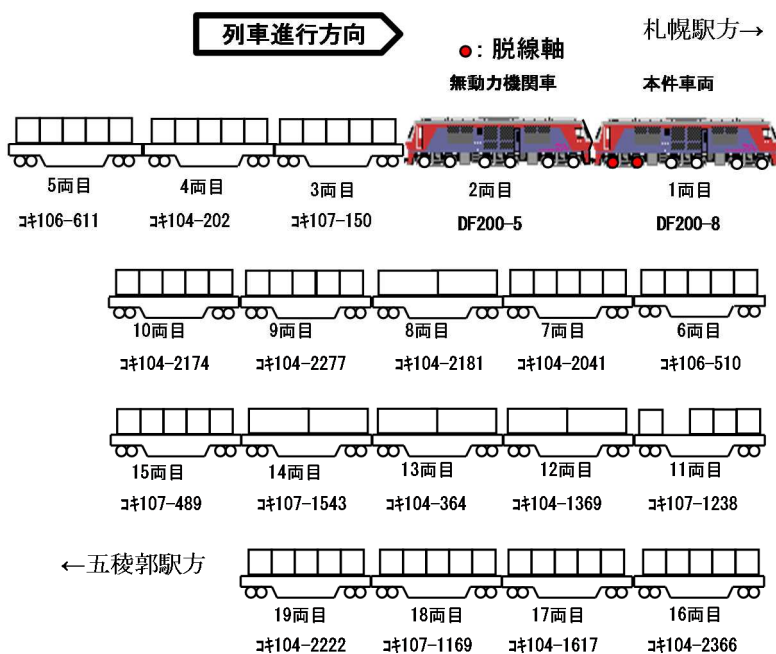


図1 本件列車編成図

表2 DF200形式の主要諸元

機関車方式	内燃機関車(電気式ディーゼル機関車)
軸配置 ^{*15}	B o - B o - B o 機関車1両に台車が3台あり、各台車に動軸 ^{*16} が2軸ずつある。
運転整備重量 ^{*17}	96.0 t ^{*18}
軸重	16.0 t
最高運転速度	110 km/h
車両長	19.6 m
最大幅	2.805 m
台車中心間距離	6.200 m

*15 「軸配置」とは、車両の側方からみた長手(レール)方向の車輪の配置をいう。

*16 「動軸」とは、動力車の動力装置により、直接または駆動装置を介して駆動される車軸をいう。

*17 「運転整備重量」とは、機関車あるいは列車が運転者のハンドル操作によってすぐ動き出せる状態になっているときの質量をいう。基本的にはその大半を自重が占めるが、燃料油などの質量が加わり、運転や小故障に対応する工具、道具類の質量も含まれる。

*18 「単位換算」1 t = 1,000 kg (重量)、1 kg (重量) : 1 kgf、1 kgf : 9.8 N

車体支持方式	ボルスタレス式
けん引装置 ^{*19}	Zリンク式けん引装置
駆動方式	つりかけ式 ^{*20}
軸箱支持方式	軸はり式 ^{*21}
軸距	2.300m
車輪径	910mm
車輪踏面形状	修正円弧踏面

2.3.3.2 けん引装置の構造

本件車両には、軸はり式のボルスタレス台車^{*22}が3台車取り付けられている。車体と台車の間の荷重を伝達する車体支持装置^{*23}は、空気ばね、中心ピン^{*24}、けん引ばり^{*25}、けん引リンク、左右動ダンパ、左右動ストッパゴム（緩衝ゴム）、上下動ダンパ、ヨーダンパ及び空気ばね高さ調整装置からなっており、車体荷重は『空気ばね→台車枠』に伝達され、けん引力^{*26}は『台車枠→けん引リンク^{*27}→けん引ばり→中心ピン→車体』へと伝達される。車体の中心ピンにはブシュ（緩衝材）が圧入され、けん引ばりにはめ込まれたブシュとの間でしゅう動^{*28}し、けん引ばりが中心ピン回りに回転する。中心ピンの先端部には、けん引ばりと連結するための押え金^{おさ がね}がすり板を介してボルト（以下「取付ボルト」という。）で取り付けられる。

Zリンク式けん引装置は、けん引リンクを台車枠の横はり^{*29}と中心ピンにはめ込まれたけん引ばりに取り付けて、Zリンク形を形成（図3の一点鎖線）し、車体と台車の間を結合する。けん引リンクの両端の連結部（以下「リンク頭」という。）には緩衝ゴムが入っており、ねじり等の変形を許容し、上下、左右及び回転方向の運動を拘束せずに、前後方向に駆動力や制動力を確実に伝達する。Zリンク式けん引装置の取付位置及び外観は、それぞれ図2及び図3に示すとおりである。また、けん

*19 「けん引装置」とは、車体と台車との間で駆動力、制動力などの前後力を伝達する装置をいう。

*20 「つりかけ式」とは、主電動機的一端を台車に、他端を車軸受金などを介して車軸に支持する支持方式をいう。

*21 「軸はり式」とは、軸箱と一体になった軸ばりをゴムブシュ、ピンを介して台車枠に結合する軸箱支持装置をいう。

*22 「ボルスタレス台車」とは、台車を構成するまくら装置のうち、まくらばりや側受、心皿装置などを省略して、台車枠と車体をまくらばねで直結した台車をいう。

*23 「車体支持装置」とは、台車と車体の間の荷重を伝達する装置の総称をいう。

*24 「中心ピン」とは、けん引装置の車体取付け部分をいう。

*25 「けん引ばり」とは、中心ピンと台車枠の間にあるはりで、中心ピンとの間は回転方向の自由度を許容して前後力を伝達し、台車枠との間は上下、左右方向の自由度を許容して前後力を伝達する。

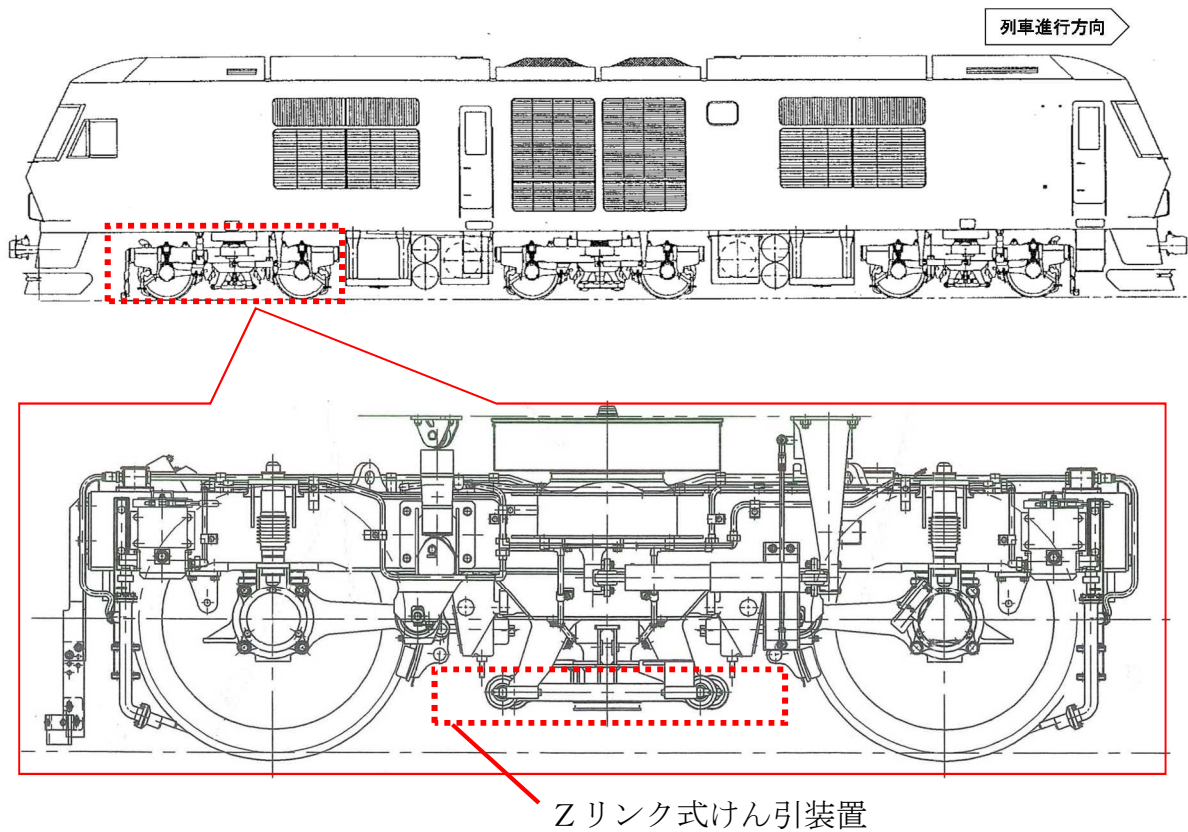
*26 「けん引力」とは、動力車後部の連結部に加わる力をいう。

*27 「けん引リンク」とは、台車のけん引装置に用いるリンクをいい、上下、左右方向の自由度を許容して前後力を伝達する。

*28 「しゅう動」とは、すべりながら動くことをいう。

*29 「横はり」とは、台車枠左右の長手方向のはりを台車枠の中央部でつなぐ横方向のはりをいう。

引装置の取付イメージ（斜め上方から見た外観）及びけん引装置に取り付ける各部分の取付イメージは図4及び図5、各部分の諸元は表3に示すとおりである。DF200形車両を含めて、Zリンク式けん引装置を使用しているJR貨物の車両及び1車両当たりの台車数は表4に示すとおりである。



Zリンク式けん引装置

図2 Zリンク式けん引装置の取付位置

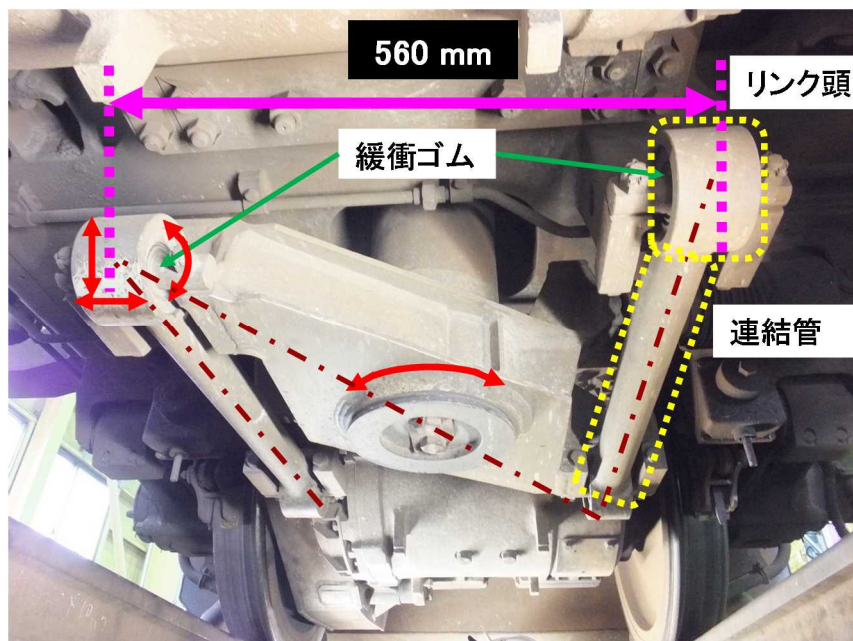


図3 Zリンク式けん引装置の外観

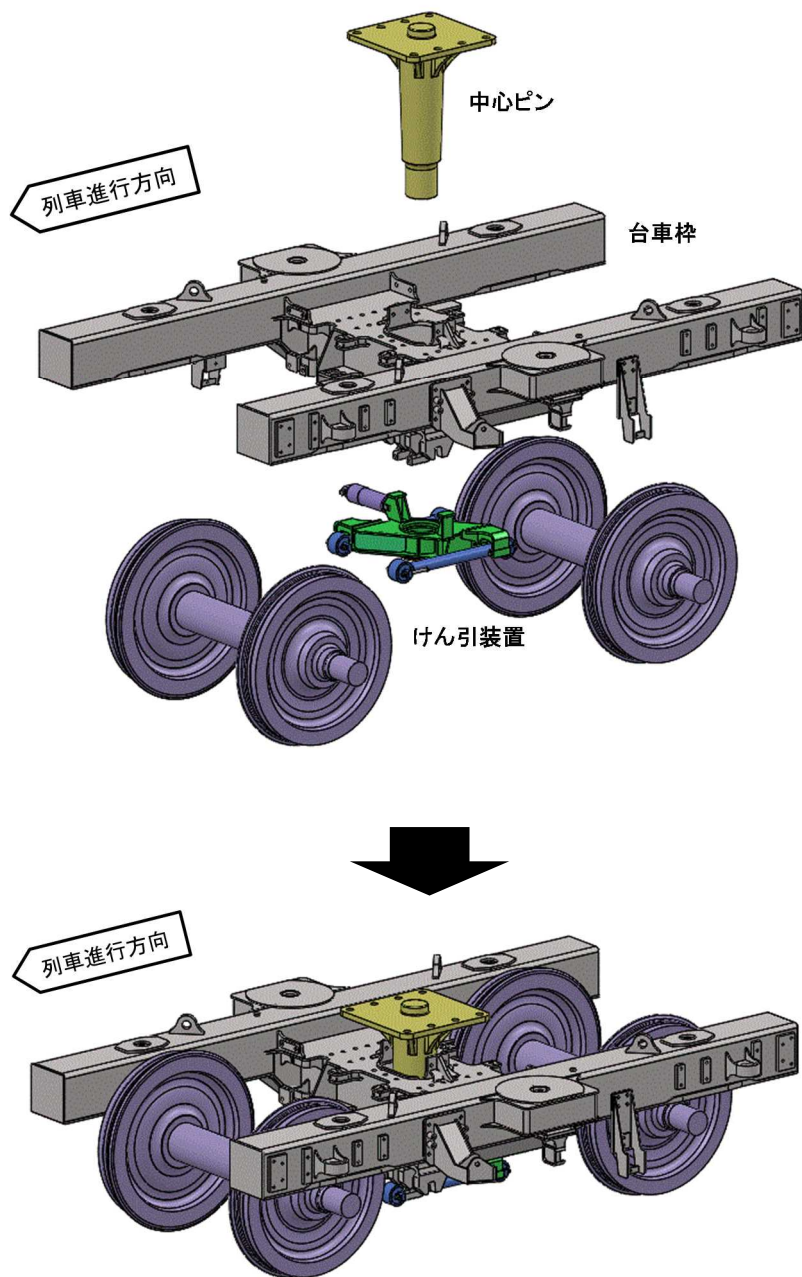


図4 Zリンク式けん引装置の取付イメージ（斜め上方から見た外観）

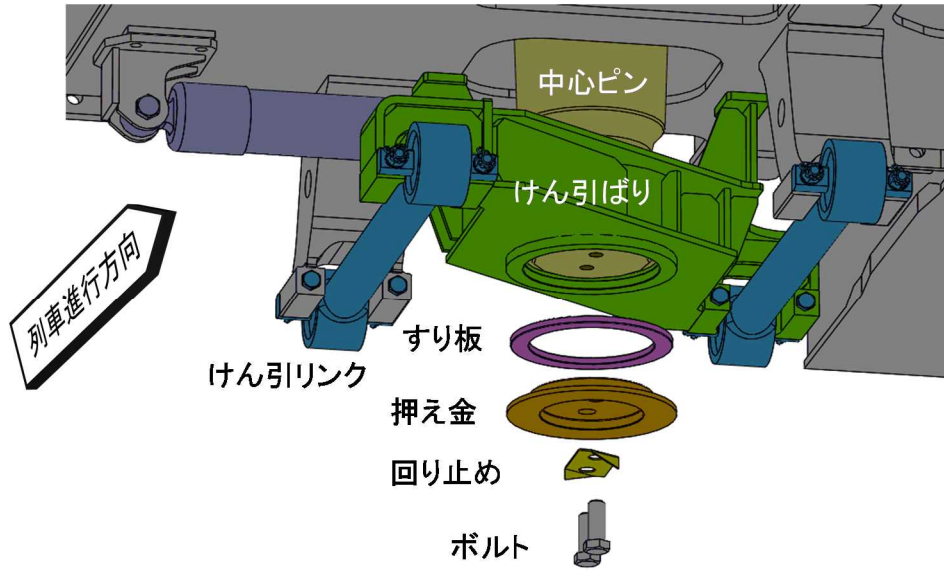


図5 Zリンク式けん引装置に取り付ける各部品の取付イメージ

表3 Zリンク式けん引装置に取り付ける各部品の諸元

各部品側面	各部品正面	各部品名称	重量
		すり板	180g
		押え金	4,200g
		回り止め	60g
		ボルト (M22)	240g (1本)

表4 Zリンク式けん引装置を使用している車両及び台車数（平成29年3月現在）

車両形式	両数	台車数／両
DF200形式	48	3
EF210形式	101	3
EF510形式	38	3
EH200形式	25	4
EH500形式	82	4
EH800形式	20	4
HD300形式	29	2

2.3.3.3 車両の概況

(1) 定期検査等の状況

JR貨物では、DF200形式車両に関する仕業検査、交番検査、重要部検査及び全般検査の各検査の実施項目等について、「電気機関車整備実施基準」（動力発生装置以外）、「内燃機関車整備実施基準」（動力発生装置）及び「内燃機関車整備実施基準細則（その2）」に規定している。本件車両に係る定期検査の検査履歴等は表5のとおりであり、けん引装置の取付けを行った重要部検査（平成28年3月31日落成）以降、本件車両は、交番検査を3回、仕業検査を78回（五稜郭機関区で39回、札幌機関区で39回）実施していた。これらの検査の結果にけん引装置を含めた走行装置等に異常を示す記録は認められなかった。本件車両の検査施行箇所及び検査周期は表6のとおりである。また、重要部検査以降、取付ボルトの取り外しを伴うような臨時修繕作業は発生しておらず、交番検査及び仕業検査では、取付ボルトを取り外さない。なお、けん引装置の検査に関する情報は2.7に詳述する。

表5 本件車両の製造及び検査履歴

検査種別	落成日	検査等から事故までの走行距離 (km)	施行箇所
新製	平成9年2月28日	2,936,446.3	川崎重工業
全般検査	平成24年8月21日	557,346.5	苗穂車両所
重要部検査	平成28年3月31日	131,850.0	五稜郭機関区
交番検査	平成28年12月28日	24,599.3	五稜郭機関区
仕業検査	平成29年2月22日	153.4	五稜郭機関区

表6 本件車両の検査施行箇所及び検査周期

検査種別	検査施行箇所	検査周期
全般検査	苗穂車両所	96か月を超えない期間
重要部検査	五稜郭機関区	48か月又は50万キロを超えない期間
交番検査	五稜郭機関区	90日を超えない期間
仕業検査	五稜郭機関区、札幌機関区	96時間を超えない期間

(2) 輪軸の状況

本事故発生前直近の交番検査における、本件車両の輪軸各部の測定結果によると、車輪直径、フランジ高さ、フランジ外側面距離及び車輪内面距離の数値は限度値（車輪直径826mm以上、フランジ高さ25～35mm、フランジ外側面距離516～527mm、車輪内面距離989～993mm）内であった。

(3) 静止輪重比

機関車は、静止輪重のアンバランスがあるとけん引性能が低下するため、機器配置など静止輪重のアンバランスに特段の考慮をして設計、製造されていること、さらに製造時に静止輪重比が2.5%以内となるように輪重測定とバランス調整が行われており、保守を行う場合に静止輪重が変化しないように配慮していることから、JR貨物では、機関車を静止輪重の管理対象にしていらない。

(4) 車両及び台車の組立寸法と軸ばね、軸箱支持ゴム及び空気ばねの状況

本事故発生直近の交番検査における本件車両及び台車の組立寸法は整備基準値内であった。軸ばね、軸箱支持ゴム及び空気ばねについては、本事故発生前直近における各検査の結果に異常を示す記録は認められなかった。

2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡等に関する情報

2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡等に関する情報

洞爺駅から北入江信号場間における、軌道及び運転保安設備の損傷状況は以下のとおりであった。

- (1) 洞爺駅の10号イ分岐器ポイント^{*30}部リードレール^{*31}に接触痕があった。
- (2) 入江町踏切道の洞爺駅方の左側のガードレール^{*32}が折損していた。ガード

*30 「ポイント」とは、ここでは、分岐器を構成する部品のうち、軌道を分ける部品の装置のことをいう。

*31 「リードレール」とは、トングレール後端とクロッシング前端とをつなぐレールをいう。

*32 「ガードレール」とは、車輪の脱線を防ぐために、またレールの摩耗防止などの目的をもって、本線レールに沿って所定の間隔に設けるレールをいう。

レールの洞爺駅方（五稜郭駅方）の左端付近に擦過痕があった。なお、図6に示すように、左側のガードレールを修繕後に測定したところ、五稜郭駅方の左レールの右端と左側のガードレールの左端の間隔は約255mmであった。



図6 入江町踏切道のガードレールの折損部分（復旧後）

- (3) 倶知安室蘭線道路踏切道付近のまくらぎ上に、垂下したけん引リンクがガードレールと接触した際に削れて発生したものとみられる金属片があった。また、同踏切に設置してあるカメラの映像記録によると、本件列車が通過した際に、本件車両の左側床下付近からの火花の発生が認められた。
- (4) 北入江町踏切道の踏切の敷板において、軌道中心よりやや右側に線状の損傷が認められた。
- (5) 洞爺駅から北入江信号場間に設置してあるATS地上子9個及び踏切バックアップ地上子^{*33}4個が損傷していた。
- (6) 洞爺駅から北入江信号場間においては断続的に、北入江信号場の11号イ分岐器付近から本件列車停止位置の間においては連続的に、まくらぎの損傷が認められた。
- (7) 北入江信号場構内の11号イ分岐器において、フロントロッド^{*34}の曲がり、転てつ棒^{*35}の傷、絶縁材の割れ、レール上の傷、まくらぎの損傷等の痕跡が認められた。11号イ分岐器のリードレールに、けん引装置の前部との接触に

*33 「踏切バックアップ地上子」とは、ATS車上装置から出力されるATS信号を受信して列車検知を行うための地上子をいう。列車が踏切に接近したことを検知するために使用される踏切制御子（短小軌道回路）のバックアップとして用いる。

*34 「フロントロッド」とは、分岐器でトングレールの先端の状態を転てつ機に伝えるために、左右のトングレールを結ぶように取り付けられる機器をいう。

*35 「転てつ棒」とは、転換装置とつなぐために、トングレールまたは可動レールに取り付ける棒をいう。

より生じたとみられる痕跡が認められ、その位置は44k167m付近であり、左（直）基本レール頭部の右端とリードレール頭部の右端の間隔が約280mmであった。

- (8) 北入江信号場構内の44k171m付近の右レール上に、車輪フランジとの接触により生じたとみられる痕跡が認められた。

(付図3 事故現場の概況 その1、付図4 事故現場の概況 その2、付図7 事故現場付近の痕跡 参照)

2.4.2 車両の損傷等の状況

2.4.2.1 車両の損傷及び痕跡等に関する情報

本件車両の主な損傷状況は、以下のとおりであった。

- (1) 後台車のけん引装置の左側のけん引リンクが折損していた。(図7 参照)
また、中心ピンとけん引装置を締結している取付ボルト2本、押え金、回り止め及びすり板が落失していた。けん引装置及び落失した車両部品の損傷状況等は、2.4.2.3に後述する。
- (2) 後台車に、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 全車軸の車輪踏面の打痕及び擦過痕（第5軸及び第6軸）
 - ② 砂管が軌道中心側に変位（第5軸左側）
 - ③ 軸ダンパの油漏れ（第5軸左側）
 - ④ 上下動ダンパ受の破損（第5軸左側付近）
- (3) 後台車の横ばりの穴の縁部（前後方向）及び中心ピン側面（前後方向）に、互いに接触したとみられる痕跡が認められた。
- (4) 後台車の後ろ側モータの下部付近に、レールに接触しながら走行したことにより生じたとみられる擦過痕が認められた。

(付図8 落失した車両部品の発見地点、付図9 車両の損傷状況 その1、付図10 車両の損傷状況 その2、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13 けん引装置の損傷状況 その1、付図14 けん引装置の損傷状況 その2、付図15 中心ピンの損傷状況、付図16 落失した車両部品の損傷状況、付図17 落失した車両部品に関する情報 参照)

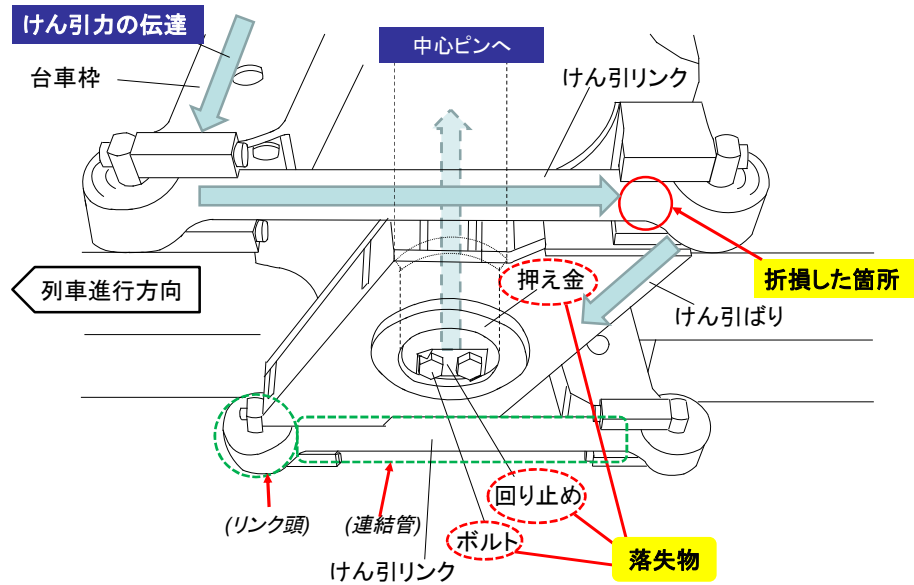


図7 Zリンク式けん引装置の折損箇所（斜め下方から見た外観）

2.4.2.2 落失した車両部品の発見地点

2.4.2.1に記述したように、中心ピンとけん引装置を締結している車両部品（取付ボルト2本、押え金、回り止め及びびすり板）が落失していた。落失した車両部品のうち、ボルト1本（以下「本件ボルト」という。）、押え金、回り止め及びびすり板は、大岸駅（27k660m）から豊浦駅（36k130m）の間で発見され、それらの位置は大岸駅から豊浦駅に向けて、順に、回り止め（31k702m）、押え金及び本件ボルト（31k710m）、すり板（31k719m）であった。取付ボルト2本のうち、1本は発見することができなかった。

なお、まくらぎ上に、車両部品が落失した際に発生したとみられる損傷（31k690m）があった。

（付図8 落失した車両部品の発見地点 参照）

2.4.2.3 けん引装置及び落失した車両部品の損傷状況等

(1) けん引装置の損傷状況等

- ① 2本のけん引リンクのどちらにも、リンク頭の下面に損傷が認められた。左側のけん引リンクが連結管とリンク頭の境目付近（列車進行方向から見て後方の台車取付け側）で折損していた。右側のけん引リンクには、けん引ばりの自重により生じたとみられる屈曲が認められた。
- ② 脱線した台車のけん引装置にゴム製の異物が絡まっていた。この異物は2.4.1に記述した北入江町踏切道の損傷した敷板の表面ゴムと一致した。

③ けん引リンクの折損部分の破断面の形状はひずんだ円形になっており、調査した結果、破断面には全体に、大きな力を加えて引きちぎった時に発生する特徴的な模様が認められた。

④ けん引ばりの上部には中心ピンと衝撃したことにより生じたとみられる打痕があった。

(2) 落失した車両部品の損傷状況等

① 発見された本件ボルトは破断していなかったが、先端及び中央付近の2箇所ではねじ山が損傷していた。

② 回り止めは湾曲しており、4箇所ある角のうち、対角の2箇所で折り曲げられていたが、2箇所のうち1箇所が90度以上(約120度)に開いていた。

③ すり板及び押え金が損傷しており、損傷箇所を重ね合わせると位置が一致した。

④ 押え金の二つある穴のうち一つに、段付摩耗が認められた。

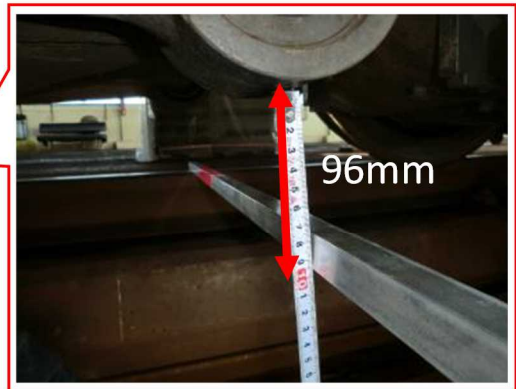
⑤ 押え金、本件ボルト、回り止め及びすり板は、車両メーカーにより指定された車両部品であった。

(付図13 けん引装置の損傷状況 その1、付図14 けん引装置の損傷状況 その2、付図16 落失した車両部品の損傷状況、付図17 落失した車両部品に関する情報 参照)

2.4.2.4 けん引装置とレール頭頂面との距離

脱線した台車と同種の台車を用いて、中心ピンとけん引装置の締結の有無による、けん引装置とレール頭頂面の距離を測定したところ、図8に示すように、一番低いリンク頭の下面とレール頭頂面との距離は、正常な状態(中心ピンとけん引装置を締結した状態)では96mmであるが、静的に垂下した状態(締結を外した状態)では45mmであり、51mm垂下した。なお、車両メーカーによると、取付ボルトが脱落してけん引装置が急激に落下した場合の動的な最大垂下量は、緩衝ゴムの圧縮量から計算して約190mmとのことである。

正常な状態



垂下した状態

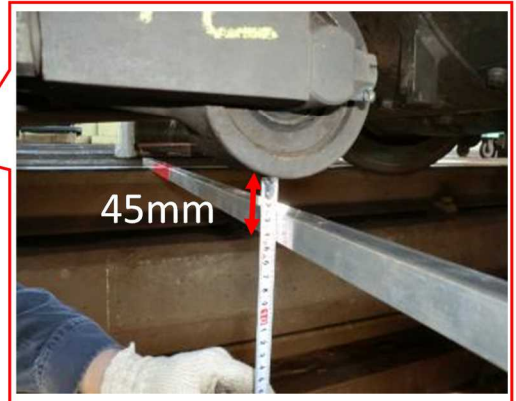
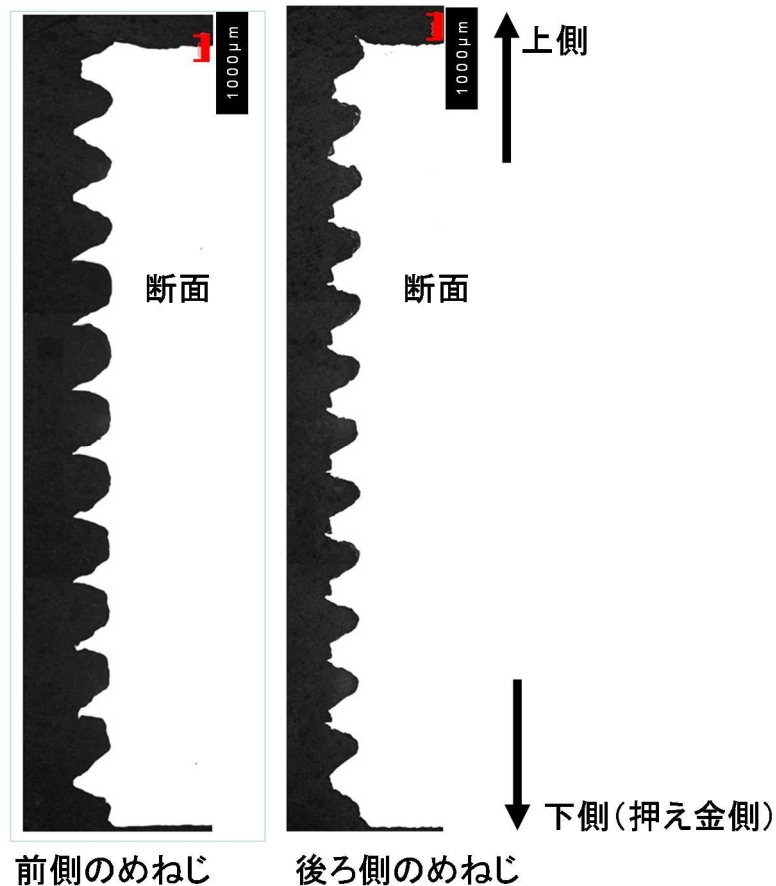


図8 けん引装置とレール頭頂面の距離の測定状況

2.4.2.5 中心ピンのねじ穴に関する調査

脱線した台車に取り付けられていた中心ピンのねじ穴について、触手及び目視で確認したところ、異常は認められなかった。また、中心ピンのねじ穴に、他の健全なボルトを入れて確認したところ、ボルトの回転及び締付けの状態に異常は認められなかった。

さらに、取付ボルトの締付け力に影響を及ぼすねじ穴のめねじの形状について調査を実施した結果、進行方向前側のねじ穴のめねじは顕著な損傷が認められ、ねじ山の下側が削り取られ、ねじ山の先端が薄くとがった形状であった。一方、進行方向後ろ側のねじ穴のめねじは前側のような顕著な損傷は認められなかった。いずれのねじ穴のめねじからも、ねじ穴の表面に異物等の介在を示す痕跡、及び取付ボルトの破片は認められなかった。(図9 参照)



(白がめねじの形状を示す。)

図9 中心ピンのめねじの断面形状

2.4.2.6 取付ボルトに関する情報

けん引装置の取付ボルトに関する設計値及び不具合情報は、車両メーカーによると、以下のとおりであった。

- (1) 取付ボルトの車両メーカーが指定するトルク値は、 $657\text{N}\cdot\text{m}$ ($67.0\text{kgf}\cdot\text{m}$) であるが、 $566\sim 660\text{N}\cdot\text{m}$ ($57.7\sim 67.3\text{kgf}\cdot\text{m}$) を許容範囲としている。指定するトルク値は、空気ばねが異常上昇した時に荷重がボルトに負荷された場合でもボルトが降伏しない値である。
- (2) 取付ボルトが緩まないことの判定基準を、『締結面のへタリや外力により、締結力が減少した状況下でも締結面が滑らないこと』とした場合、取付ボルトが締結力を保持するための安全率は、通常走行時で12.8となる。また、空気ばねが異常上昇した時に、ボルトが降伏しないための安全率は1.5となる。

- (3) 過去に、旅客車及びDF200形式車両を含む機関車において取付ボルトの緩みの発生実績はない。同種のけん引装置に限らず、けん引装置の取付ボルト等に不具合があったという情報は得ていない。

2.5 乗務員に関する情報

本件運転士 男性 53歳

甲種内燃車運転免許

平成4年6月10日

2.6 運転取扱いに関する情報

JR貨物の「運転取扱実施基準」及び「列車運転速度表」によると、事故現場付近における本件列車の制限速度は以下のとおりである。

- (1) 洞爺駅から北入江信号場間の列車の運転最高速度は100km/hである。
- (2) 北入江信号場構内の11号イ分岐器（12番片開き分岐器）は、直線側を走行することから分岐器の速度制限はない。
- (3) 曲線による制限速度に関しては、北入江信号場構内の11号イ分岐器より五稜郭方の半径420mの右曲線の制限速度は75km/h、11号イ分岐器より札幌方の半径400mの左曲線の制限速度も75km/hである。

(付図5 洞爺駅～事故現場間の略図 参照)

2.7 車両検査に関する情報

2.7.1 五稜郭機関区の概要

平成26年9月に、^{わしべつ}鷲別機関区が廃止され、DF200形式車両が同機関区から五稜郭機関区（以下「本件機関区」という。）に配置換えとなったことに伴い、交番検査及び重要部検査を実施する箇所は、鷲別機関区から本件機関区に変更になった。仕業検査については車両の配置換え前から本件機関区で実施しており、全般検査については苗穂車両所で実施している。なお、本件機関区の主な概要は表7のとおりである。

表7 本件機関区の概要（平成29年3月現在）

主要業務	機関車検査業務（仕業検査、交番検査、重要部検査、臨時検査） 動力車運転業務
配置車種及び 両数	DF200形式47両、EH800形式20両
社員数	154名（検修39名、運転士93名ほか）

検修社員数の内訳	管理者 2名 技術管理・教育・資材 7名 仕業検査（夜勤） 8名 交番検査・重要部検査・臨時検査（日勤） 22名
----------	---

2.7.2 けん引装置の検査方法等に関する情報

J R貨物の「電気機関車整備実施基準」（動力発生装置以外）、「内燃機関車整備実施基準」（動力発生装置）及び「内燃機関車整備実施基準細則（その2）」によると、仕業検査、交番検査及び重要部検査におけるけん引装置の取付状態等の検査については、以下のとおり定められている。

電気機関車整備実施基準（抜粋）

（仕業検査）

第7条 仕業検査は、機関車の使用状況に応じ、消耗品の補充、取替並びに集電装置、走行装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態及び機能について外部から検査を行うものとする。

2～4（略）

（交番検査）

第8条 交番検査は、機関車の使用状況に応じ、90日を超えない期間ごとに、集電装置、走行装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態、機能並びに電気部分の絶縁抵抗について在姿状態で定期検査を行うものとする。

（重要部検査）

第10条 重要部検査は、新形式車について、機関車の使用状況に応じ、表2に定める期間ごとに、動力発生装置、走行装置、ブレーキ装置その他の重要な装置の主要部分について定期検査を行うものとする。

表2 台車検査及び重要部検査の期間

車両の種類	台車検査・重要部検査の期間
従来形式車の電気機関車	36箇月（新製した機関車に対する使用開始後最初の検査については、使用を開始してから48箇月）又は当該機関車の走行距離が40万キロメートルを超えない期間のいずれか短い期間
新形式車の電気機関車	48箇月又は当該機関車の走行距離が60万キロメートルを超えない期間のいずれか短い期間
新形式車の電気式内燃機関車	48箇月又は当該機関車の走行距離が50万キロメートルを超えない期間のいずれか短い期間

（検査対象箇所、検査項目及び検査方法）

第19条 機関車の各種検査の検査対象箇所、検査項目及び検査方法は、別表2から別表9に定めるところによる。

- (1) (略)
- (2) 仕業検査（新形式車に適用） 別表3
- (3) (略)
- (4) 交番検査（新形式車に適用） 別表5
- (5) (略)
- (6) 重要部検査 別表7
- (7)(8) (略)

別表3 仕業検査（新形式車に適用）

区分	検査項目	検査方法
1. 走行装置等	(1) 台車枠の状態 (2) 車輪の状態及び踏面の損傷状態 (3) ばね等緩衝装置の漏気状態及び取付状態 (4) 排障器及び雪かき器の状態 (5) 砂まき装置の状態	

別表5 交番検査（新形式車に適用）

区分	検査項目	検査方法
1. 台車枠及びけん引装置	(1) 各部の変形及び取付状態	

別表7 重要部検査

区分	検査項目	検査方法
8. 総合検査	(1) 各機器の取付状態 (2)～(25) (略)	

J R 貨物によると、各検査におけるボルトの締結状態の確認は、基本的に打音検査を実施するが、ボルト締結は多くの箇所を使用しており、打音検査が困難な箇所にあるボルトは目視検査のみとしている。

2.7.3 車両検査作業手順書等に関する情報

DF 200形式車両の各検査に係る作業手順書等は、以下のとおりであった。

- (1) 本件機関区におけるDF 200形式車両の検査（重要部検査、交番検査及び仕業検査）に係る作業手順書等はない。
- (2) 交番検査については、廃止された驚別機関区で作業マニュアルが作成されていた。J R 貨物によると、同マニュアルは車両の配置換え後の本件機関区に引き継がれていたとのことであったが、本件機関区では活用されていなかった。また、同マニュアルには、一部の「作業項目」について、その作業をする理由や注意点が記載されているが、けん引装置の検査に関する記載はなかった。
- (3) 重要部検査については、DF 200形式車両に関する作業手順書等はない。
- (4) 全般検査は、本件機関区ではなく苗穂車両所で実施しており、同車両所のマニュアルがある。同マニュアルには、「車体・台車縁つなぎ」という項目の中で、車体と台車を締結する際の作業要領等が記載されていた。しかし、締結時にボルトをトルクレンチで締め付けること、締め付け後のボルトに合いマークをつけることについての記述はなかった。また、作業者の役割分担及び検査方法等に関する記述はなかった。

2.7.4 重要部検査における車体と台車の結合作業

DF 200形式車両の重要部検査における車体と台車の結合作業は9名で実施する体制としており、平成29年7月3日に実施した調査結果によると、作業者の配置は図10に示すとおりであった。外側に3名、中側に6名の配置であり、中側の6名は、各モータに1名ずつの配置になり、1台車に2名となる。外側3名のうち、2名で外側の機器等の取付けを行い、残りの1名はクレーン・ジャッキを担当した後、外側担当者の作業を補助する。また、作業の流れ等は表8のとおりである。

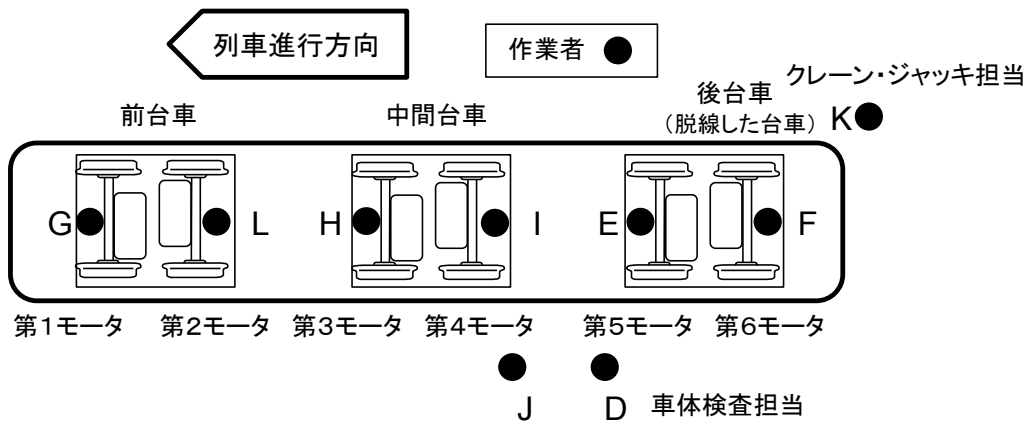


図 1 0 車体と台車の結合作業時の作業者配置例

表 8 重要部検査の車体と台車の結合作業の流れ等

手順	作業内容	特記事項
1	ジャッキで持ち上げた車体の下に三つの台車を配置する。	<ul style="list-style-type: none"> 中心ピンとけん引装置を締結する作業を行うに当たり、作業者には、特に役割分担の指示はなく、取付ボルトの締付けは、作業者同士で役割分担を決めて、1台車を2名で担当するうちの1名の作業者が取付ボルトの仮締めまでを行う。 けん引装置の取付ボルトの仮締めと本締めは時間的に連続ではなく、仮締めのあと、各作業者は各自の作業に一旦戻る。 本締め作業は、自分の担当作業が早く終わった作業者が、他の作業者の進捗状況に合わせて行うが、誰がいつ行うかについては決まっていない。中側の6名、外側の3名のうち、自分の担当の作業が早
2	車体をある程度まで下ろしてモータのたわみ風道 <small>ふうどう</small> *36をつける。	
3	中心ピン及び空気ばね等の位置に注意して台車の位置を微調整し車体を台車に載るまで下ろす。中心ピンはけん引ばりの穴に入ることになる。	
4	車体を最後まで下ろした後、中心ピンとけん引装置を締結するために、押え金を取付ボルトで中心ピンに取付け、ラチェットレンチ等を用いて取付ボルトの仮締めを行う。	
5	他の作業者が外側（軌間外）からトルクレンチを入れて、中側（軌間内）にいる作業者と2名共同でけん引装置の取付ボルトを所定のトルク値で締め、本締めを行う。	

*36 「たわみ風道」とは、ここでは主電動機の冷却風を導くために車体側と台車側の空気を導く伸縮、屈曲が可能な通路をいう。

		<p>く終わった者が実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トルクレンチの重量（7.1 kg）と大きさ（1,370 mm）から、本締め作業は1名では難しく、2名で行う。 ・本締め作業について、3台車の作業順序に決まりはなく、時間的に続けて3台車の作業を行うという決まりもない。 ・トルクレンチで締めた後に、各作業者は打音検査をしない。車体検査担当が重要部検査の検査終了日までの間に複数回打音検査をする。 ・本締め後に、取付ボルトに合いマークをつけることになっていなかった。
6	<p>中側にいる作業者は、取付ボルトの緩みを防止するための回り止めの角を、ボルトの頭部に合わせて折り曲げる。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・上記2～6の各作業は連続して行うのではなく、各作業者は、各作業の合間に、モータの配線などの各自担当範囲の作業を行う。 ・中心ピンとけん引装置を締結したことを示す記録及び所定のトルク値で締めたことを示す記録を残すことになっていなかった。 ・中心ピンとけん引装置を締結する際に使用する、取付ボルト、押え金、回り止め及びすり板の車両部品のうち、回り止めは新品に交換するが、他の車両部品は再利用することとなっていた。 ・JR貨物の指定する取付ボルトの所定のトルク値は、2.4.2.6に前述した車両メーカーの許容範囲とする566～660N・mであった。本件機関区においては、トルクレンチを660N・mに設定するように作業者に指示され、作業が行われていた。 ・トルクレンチの校正は1年に1回行っている。事故後に測定したところ、トルクレンチの値は647.7N・mであった。 ・同トルクレンチは取付ボルト以外の箇所で使用することがなかった。 		

2.7.5 車両検査を実施した作業者等の口述

2.7.5.1 仕業検査担当者

(1) 作業者A（平成29年2月22日：下廻り担当）

（車両技術主任 男性36歳） 業務の経験年数 4年8か月

けん引装置について、取付ボルト、押え金及び回り止めについては、必ず

目視と打音検査を行っている。取付ボルトが緩んでいた経験はなく、他の作業員からも聞いたことはない。

2月22日の本件車両の仕業検査では、取付ボルトを打音検査して、回り止めの状態の確認、押え金と上の隙間を確認をした。取付ボルトは2本とも入っていた。打音検査は1回で判断できないので、2、3回は叩く。目視でボルトが動くかどうかを見て、見た目では緩んでいるボルトは見つけれないが、音で必ず判断できるわけではないので、叩いた時のボルトの動きを視て緩みを判断している。

- (2) 作業員B（平成29年2月18日：下廻り担当）

（車両技術主任 男性33歳） 業務の経験年数 4年8か月

取付ボルトは必ず叩いているが、取付ボルト等に異常があったことはない。

2.7.5.2 交番検査担当者

- (1) 作業員C（平成28年12月28日：検査担当（脱線した台車））

（車両技術係 男性26歳） 業務の経験年数 4年

直近の12月の交番検査で気になったことはない。けん引装置については、取付ボルトの打音検査をして、回り止めが折れているかを視る。過去に、取付ボルトが緩んでいたことはないし、聞いたこともない。

2.7.5.3 重要部検査担当者

- (1) 作業員D（車体検査担当（台車関係の検査の責任者）、車体と台車の結合作業時：外側担当）

（車両技術主任 男性34歳） 業務の経験年数 9年

本件機関区に作業手順等を記載した作業マニュアルはない。

本件車両の重要部検査で気になったことはなかった。誰が取付ボルトをトルクレンチで締めるかについて決まりはないので、本件車両の重要部検査において、トルクレンチで締める作業を誰がやったかについては覚えていない。

中心ピンとけん引装置を締結した後は、車体検査担当が打音と目視で検査する。取付ボルトについては、台車と車体を結合後に、複数回打音検査をする。取付ボルトに不具合があった経験はないし、聞いたこともない。

取付ボルトをトルク管理しているきっかけについては知らない。専用のトルクレンチを使用しているが、他の箇所では使わないので、設定値を変えない状態で保管している。

- (2) 作業員7名（作業員E、F、G、H、I、J及びK）

作業員E（車体と台車の結合作業時：第5モータ担当）、（10月3日の交

番検査の検査担当（脱線した台車）

（車両技術係 男性 25 歳） 業務の経験年数 3 年 4 か月
作業員 F（車体と台車の結合作業時：第 6 モータ担当）、

（車両技術係 男性 27 歳） 業務の経験年数 5 年 10 か月
作業員 G（車体と台車の結合作業時：第 1 モータ担当）

（車両技術係 男性 34 歳） 業務の経験年数 8 年
作業員 H（車体と台車の結合作業時：第 3 モータ担当）

（車両技術主任 男性 31 歳） 業務の経験年数 6 年 7 か月
作業員 I（車体と台車の結合作業時：第 4 モータ担当）

（車両技術主任 男性 37 歳） 業務の経験年数 14 年
作業員 J（車体と台車の結合作業時：外側担当）

（車両技術主任 男性 37 歳） 業務の経験年数 14 年 10 か月
作業員 K（車体と台車の結合作業時：クレーン・ジャッキ担当）

（車両技術主任 男性 39 歳） 業務の経験年数 17 年
作業員 7 名の口述を総合すると、以下のとおりであった。

- ① 重要部検査の車体と台車を結合する作業において、9 名がどこを担当するか、また、トルクレンチで締める作業を誰が行うかについて決まりはないので、誰がトルクレンチで締めたかは覚えていない。
- ② けん引装置の取付ボルトをラチェットレンチで締めたあと、トルクレンチで締めるまでの間は、自分の作業に一旦もどる。
- ③ 本件車両の重要部検査について、不具合等、気になったことはない。
- ④ 回り止めを折る時期に決まりはないが、同じ台車を担当する 2 名のうち自分の作業が早く終わった方が、トルクレンチで締めたときに行う。
- ⑤ 回り止めを折るのは、同じ台車を担当する 2 名のうちどちらという決まりはない。回り止めは折り曲げにくい。
- ⑥ 取付ボルトに合いマークをつけることになっていなかった。
- ⑦ 交番検査では、けん引装置の取付ボルトの打音検査は必ずやっている。打音検査は音の響きで判断する。よほど緩んでいないと手の感触では分からない。
- ⑧ トルクレンチで締めた後に、車体検査担当者以外は、取付ボルトの打音検査をしない。
- ⑨ 過去に取付ボルト落失の類似事象があったことは知らない。取付ボルトをトルク管理することになった経緯は知らない。
- ⑩ 取付ボルト、押え金等に不具合があった経験や聞いたことはない。

⑩ 本件機関区に作業手順等を記載した作業マニュアルはない。

2.7.5.4 検修社員

(1) 検修社員M (教育担当)

(車両技術主任 男性32歳) 教育担当業務の経験年数 2年5か月、DF200車両の検修業務の経験年数 11年10か月

過去に取付ボルトが落失した類似事象があったということを聞いたことはないし、取付ボルト等に異常があった経験はない。

教育担当は、作業者に機器の説明をするまでで、作業の中身にまでは関与しない。ボルトの打音検査については、ボルトを締める方向にたたいて、締まっているものと緩んでいるものの音を確認させて、分かりにくい場合は、左手の人差し指か中指を添えて振動で確認するように指示している。

(2) 検修社員N

(助役 男性40歳) 助役業務の経験年数 2年8か月、DF200車両の検修業務の経験年数 11年11か月

本件車両の車体と台車の結合作業について、作業工程に変更が生じたこと、大きな修繕が発生したという記憶はない。

トルクレンチで締める作業は誰がやるか決めておらず、誰がトルクレンチで締めたかは記録に残すことにしていないので分からない。

中心ピンのねじ穴に不具合があって、ボルトが入りにくいとか、タップを使ってねじ山を切り直したことはない。作業の工程に大幅に影響を与えるので、ねじ山の不具合があれば、技術管理担当で分かるようになっている。車体と台車の結合作業で手こずったこと、及び苦勞したことはない。

車体と台車を結合する台車の順番に決まりはない。台車をつないだこと、及び中心ピンとけん引装置の取付ボルトが完全に締まっていることを示す記録はない。

作業員からけん引装置の取付ボルト等に不具合があったということを聞いたことはない。中心ピンとけん引装置の取付状態について、交番検査と仕業検査の検査方法は同じ打音検査で、違いはない。交番検査及び仕業検査において、絶対に視るべき箇所の指定まではしていない。

過去に取付ボルトが落失した類似事象について、本件機関区にいる現在の社員は知らないと思う。当時は、OJTと口頭での紙に残らない指導が主だったので、社内の通達、作業指示を現場に反映させる手段が弱かった。

2.8 教育に関する情報

J R貨物では、検修に従事する作業者は、机上教育後、現場教育を9～10か月程度、O J Tで教育担当の指導の下、実作業を行いながら教育を受けることとしている。最初は、車両係として業務に従事し、経験と教育を経た後に検査係として従事することになる。打音検査についてはO J Tで教育しているが、本件機関区においては、具体的に緩めたボルトと締結されたボルトを比較させて教育している。

事故や故障情報等は本社から支社に、更に支社から現業組織に情報を展開し、その都度、掲示や回覧によって周知している。本件機関区においては、事故等が発生した場合に出される通達等を受けて、作業者に掲示と回覧で周知していた。作業が発生する場合は、作業者に作業指示書面を出して、作業実施の記録を残すこととなっていたが、2.9に後述するように、トルクレンチを用いて締結したことの記録を残すこととしていなかった。

2.9 過去に発生した類似事象に関する情報

平成15年に重要部検査（J R貨物大宮車両所で実施）後のEH500形式車両（仙台総合鉄道部所属）のけん引装置が本線走行中に垂下する事象が発生した。原因は、重要部検査時に取り付けた取付ボルトの締付け力が不足していたことにより、ボルトの緩みが発生し、取付ボルトと押え金が落失したことによるものであった。この事象に対するJ R貨物東北支社における対策は以下のとおりであった。

- (1) 重要部検査（大宮車両所）においてインパクトレンチの使用をやめ、トルクレンチを使用した締付け作業とし、トルク管理を行う。
- (2) 4交番検査ごと（約360日ごと）に、トルクレンチを使用した追い締め及び回り止め金具の取替えを行う。
- (3) 仕業検査における点検ハンマーによる打音検査及び、合いマーク確認の徹底を図る。

上記対策は、J R貨物本社と東北支社で調整の上、本社が東北支社に対して指示した対策であった。その後、本社から全支社への通達「FD7系及びFDT100系台車の組立作業における^{原文ママ}締付トルク管理について」（平成15年5月21日）により、「台車の組立作業における^{原文ママ}締付トルクの管理」について周知した。さらに、同内容について、北海道支社は支社内の本件機関区を含む現業組織に対して事務連絡「FD7系及びFDT100系台車の組立作業における^{原文ママ}締付トルク管理について」（平成15年5月29日）により「トルク管理の徹底」について周知した。本社から全支社への通達では上記(1)～(3)の東北支社の対策のうち、(2)及び(3)の記載がなかった。J R貨物によると、東北支社の対策のうち、本社の判断で必要と決定したものを他支社に対して指

示したとのことであった。

なお、事象発生後の全車一斉点検の終了後、本社から全支社に対して、通達「FD7系及びFD T 1 0 0系台車牽引バリ押^{原文ママ}エ金の取付ボルトの点検報告の終了について」（平成15年4月26日）により、また、北海道支社から本件機関区を含む現業組織に対して、事務連絡「FD7系及びFD T 1 0 0系台車牽引バリ押え金取付ボルトの点検報告終了及び管理について」（平成15年4月30日）により、定期検査時の取付ボルトの入念な点検について周知した。この事務連絡には、取付ボルトを締め付けた際には、ボルトの頭部に合いマークをつけることと記載されていたが、2.7.4に記述したように、本件機関区においては、本締め後に、取付ボルトに合いマークをつけることになっていなかった。

JR貨物北海道支社から現業組織に出された事務連絡「FD7系及びFD T 1 0 0系台車の組立作業における締^{原文ママ}付トルク管理について」（平成15年5月29日）には、『トルク管理を実施すること』及び『トルク値』に加えて、『作業チェックリストなどにより、トルク管理の実施の記録を残すこと』と記載されていた。しかしながら、鷲別機関区（本件機関区に車両の配置換え前の重要部検査実施箇所）においては、取付ボルトのトルク管理を実施していたものの、トルク管理の実施の記録が残されていなかった。その後、車両の配置換え後の本件機関区においてもトルク管理を実施していたが、トルク管理の実施の記録がなかった。

JR貨物によると、平成15年当時は本社及び支社が現業組織における通達等の周知や実施状況を確認する仕組みがなかったため、トルク管理の実施の記録を残していないこと及び取付ボルトに合いマークをつけていないことを検出できておらず、本件機関区において、トルク管理の実施の記録を残していない理由及び取付ボルトに合いマークをつけていない理由についても不明とのことであった。本脱線事故発生時には、夏季と年末年始の年2回、本社及び支社の担当者が現業組織における通達等の周知や実施状況を確認する仕組みがあったものの、平成19年以前に出された通達等は確認の対象となっていなかったため、過去の類似事象に関する作業の実施状況は確認していなかった。

事務連絡「FD7系及びFD T 1 0 0系台車の組立作業における締^{原文ママ}付トルク管理について」（平成15年5月29日）

FD7系及びFD T 1 0 0系台車の組立作業における締^{原文ママ}付トルクの管理について
標題について4月18日に東北線で発生したEH500-8号機のけん引リ
ンク装置垂下による車両故障の原因は、重要部検査の組立時にけん引バリ押^{原文ママ}
エ金取付ボルトの締^{原文ママ}付力不足により、取付ボルトに緩みが生じ取付ボルトと押^{原文ママ}エ

金が落失したものと推定される。

同種の車両故障の再発を防ぐため、FD7系及びFDT100系台車の組立作業について、添付する各台車形式別に定めた「組立作業における締付トルク一覧」に基づき締付トルク管理を徹底することとしたので、下記により関係社員に周知の上実施されたい。

記

1. 対象形式

台車形式	車両形式
FD7系台車	EH500形式、EH200形式、EF200形式、EF510形式
FDT100系台車	DF200形式

2. 対象箇所

- ・ 鷲別機関区
- ・ 苗穂車両所

3. 締付トルクの管理について

- (1) 締付トルク管理を必要とする部位及びトルク値について
 - ・ 添付する各台車形式別の「組立作業における締付トルク一覧」による。
- (2) トルク管理の時期について
 - ・ 全般検査及び重要部検査時における台車組立作業時。
 - ・ 臨時検査等でトルク管理を必要とする箇所を扱った時。
- (3) トルク管理実施の時期について
 - ・ 締付トルク管理を必要とする部位については、作業チェックリストなどにより、トルク管理の実施の記録を残すこと。

4. その他

- ・ 五稜郭機関区及び札幌機関区に緩み等の不具合が発見された場合は、緩みの状態（折り曲げ座金の状態等）を記録した後、増し締め等の処置を実施し配置区へ連絡すること。

2.10 打音検査に関する情報

2.10.1 取付ボルトの打音検査に関する情報

打音検査はボルトの頭部を締結方向に打撃し、打撃時の音の響きの違いと、打撃時のハンマーの跳ね返りの感触の違いを確認し、ボルトの緩み等を判断する検査である。けん引装置の取付ボルトの打音検査を実施する際の環境等は以下のとおりである。

- (1) 取付ボルトの頭部を叩く際の姿勢は中腰で、叩く向きは上向きになる。
- (2) 取付ボルトには、けん引ばり及び押え金等の荷重がかかっている状態である。
- (3) 取付ボルトに回り止めが機能している状態では、回り止めがない場合と比較して、ボルトの頭部を叩いたときの音の響きが異なる場合や締付け力の小さいボルトの頭部を叩いてもボルトが動かない場合がある。

2.10.2 打音検査の検証調査

DF 200形式車両のけん引装置の取付ボルトについて、どの程度の緩みが生じたときに打音検査による検出が可能か確認するため、締付け力の設定を変化させて打音検査の確認調査を実施した。取付ボルトは1台車につき2本、1車両で6本になるが、その6本について、締付けトルクを所定トルクの約64%、約33%、約24%、約20%、約10%及び手締め6段階にランダムに設定し、実施者毎に設定を変更した。実施者は、DF 200形式車両の検査業務経験年数が、「5年未満(X)」、「5年以上10年未満(Y)」及び「10年以上(Z)」の作業者を対象とし、各ボルトについて打音検査し、締まっているか否かを判定することとした。

なお、実際の車両では取付ボルトと押え金の間に回り止めを取り付けて角を折り曲げるが、本調査においては、回り止めを取り付けるものの角を折り曲げていない状態で打音検査を実施した。調査結果は表9のとおりである。この結果から、以下のことが認められた。

- (1) 締付け力が所定トルクの約10%以下の設定では、全作業者が緩んでいると判定した。
- (2) 締付け力が所定トルクの約20%及び約24%の設定では、締まっているか否かの判定は分かれた。
- (3) 締付け力が所定トルクの約33%以上の設定では、全作業者が締まっていると判定した。
- (4) 打音検査の判定結果に、作業者の検査業務経験年数による違いはみられなかった。

表9 打音検査の検証調査結果

設定値		実施者						
		1 (X)	2 (X)	3 (Y)	4 (Y)	5 (Z)	6 (Z)	7 (Z)
所定トルクの約64%	420N・m	×	×	×	×	×	×	×

所定トルクの約33%	216N・m	×	×	×	×	×	×	×
所定トルクの約24%	160N・m	×	○	○	×	×	×	×
所定トルクの約20%	130N・m	×	○	○	×	×	○	×
所定トルクの約10%	66N・m	○	○	○	○	○	○	○
手締め		○	○	○	○	○	○	○

※ 実施者の（ ）内は、検査業務経験を示し、X～Zの区分は次のとおりである。

X：検査業務経験5年未満、Y：検査業務経験5年以上10年未満、Z：検査業務経験10年以上

※ ○：緩んでいると判定、×：締まっていると判定

2.1.1 気象に関する情報

本事故発生現場付近の当時の天気は、曇りであった。

3 分析

3.1 運転取扱いに関する分析

2.1.1に記述したように、北入江信号場の11号イ分岐器付近では、惰行運転だったと本件運転士が口述していること、及び2.1.2に記述した運転状況の記録から、本件列車が脱線箇所付近を通過した際の速度は、2.6に記述した制限速度内の約53.5 km/hであり、本事故発生前の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。

3.2 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、軌道変位検査の結果に整備基準値を超える軌道変位はなく、レール摩耗量及び軌道部材にも異常は認められなかったことから、本事故発生前の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。

3.3 運転保安設備に関する分析

運転保安設備の動作に関しては、

- (1) 2.3.2.4に記述したように、運転保安設備の検査結果に異常がなかったこと、
- (2) 2.1.1に記述したように、運転士は北入江信号場の場内信号機が2番線に

対する進行信号を現示していることを口述したこと、
(3) 2.3.2.3に記述したように、連動装置のジャーナルにおいて、信号機、転てつ機等の動作の異常を示す記録は認められなかったことから、運転保安設備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。

3.4 車両に関する分析

本件車両に関しては、2.4.2.1に記述したように、けん引装置が損傷し、けん引リンクが折損しており、取付ボルト等が落失していた。このことから、けん引装置の異常が本件列車の脱線の発生に関与したのと考えられる。

一方、

(1) 2.3.3.3に記述したように、本件車両の組立寸法、各車輪の車輪踏面、輪軸、軸ばね及び空気ばね等の検査記録に異常は認められなかったこと、

(2) 2.4.1に記述した鉄道施設の損傷及び痕跡等及び上記(1)より、車輪踏面の損傷、軸ダンパの油漏れ及び砂管の損傷等は脱線事故後に発生したものと考えられること

から、けん引装置以外の車両の装置に脱線の要因となる異常はなかったものと考えられる。

3.5 列車脱線事故の関与要因

3.1から3.4の分析結果から、列車脱線事故の関与要因は図11のとおり、車両のけん引装置であったと考えられる。

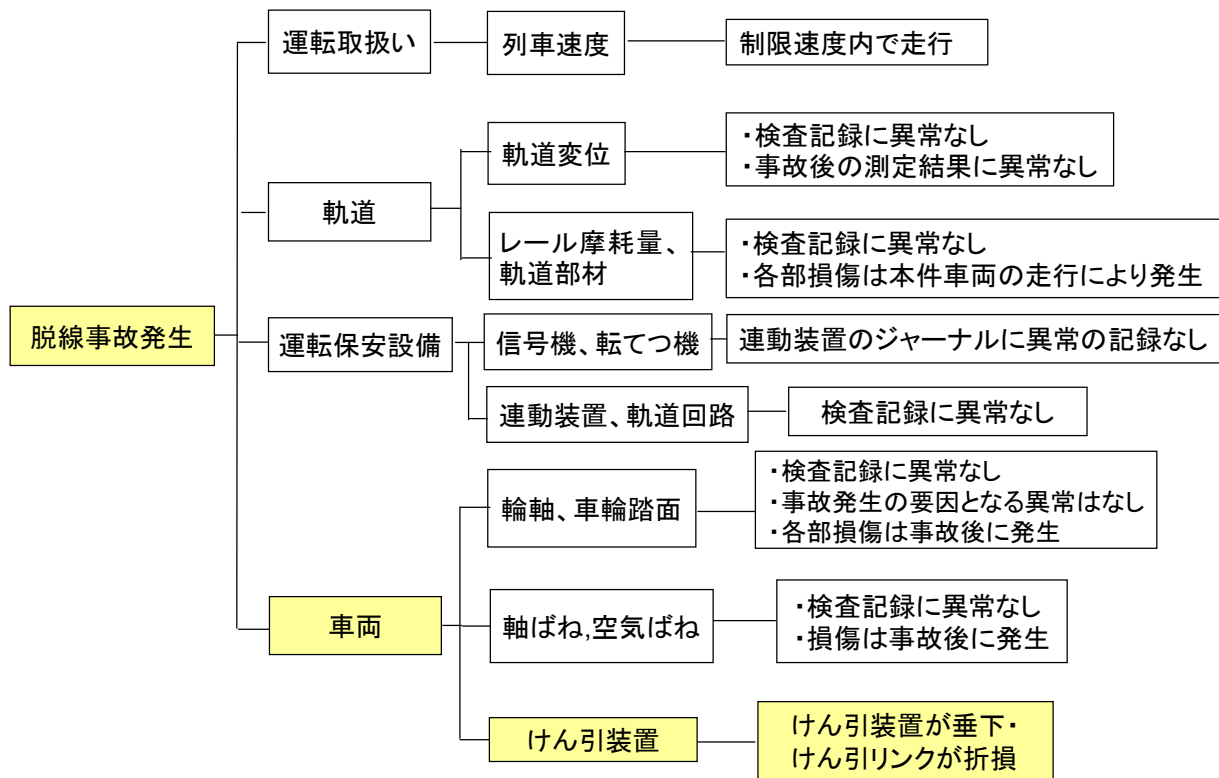


図 1 1 列車脱線事故の関与要因

3.6 けん引装置の損傷に関する分析

けん引装置が損傷し、けん引リンクが折損していたが、けん引リンクの折損については、

- (1) 2.4.2.2 に記述したように、本件ボルト、押え金等の車両部品が大岸駅から豊浦駅の間で発見されたこと、
- (2) 2.4.2.4 に記述したように、けん引装置は中心ピンとの締結を外した状態では垂下すること、
- (3) (2)の状況下において、車両走行時には車両及び軌道状況による振動等により、けん引装置が上下方向に振動することから、けん引装置が軌道上の施設と接触する可能性があると考えられること、
- (4) 2.4.1(1)に記述したように、洞爺駅の10号イ分岐器付近のレール上に接触痕が認められたこと、
- (5) 2.4.1 に記述したように、入江町踏切道における左側のガードレールが折損し、2.4.2.3 に記述したように、左側のけん引リンクのリンク頭の下面が損傷しているが、
 - ① 2.4.1 の図6 に記述したように、入江町踏切道における、左レールの右端と左側のガードレールの左端（五稜郭駅方）の間隔が約255mmであるこ

と、

② 2.3.3.2 の図3に記述したように、けん引リンクの左右方向の間隔が560mmであることから、左側のけん引リンクと軌道中心の間隔は280mmとなること、

③ 2.3.2.1に記述したように、軌間が1,067mmであることから、軌道中心から左レールの右端の間隔は533.5mmとなること、

④ 上記②及び③から、左レールの右端と左側のけん引リンクの間隔は、 $533.5\text{mm} - 280\text{mm} = 253.5\text{mm}$ となり、上記①とほぼ一致することから、入江町踏切道の折損した左ガードレール（五稜郭駅方）と左側のけん引リンクが衝撃したと考えられること、

(6) 2.4.2.3に記述したように、けん引リンクの破断面には全体的に、大きな力を加えて引きちぎった時に発生する特徴的な模様が認められたことから、けん引リンクの折損は疲労破壊によるものではないと考えられること

から、取付ボルト、押え金等の車両部品が走行中に脱落してけん引装置が垂下したため、けん引装置が入江町踏切道の左ガードレールに衝撃して左側のけん引リンクが折損したものと考えられる。(図12 参照)

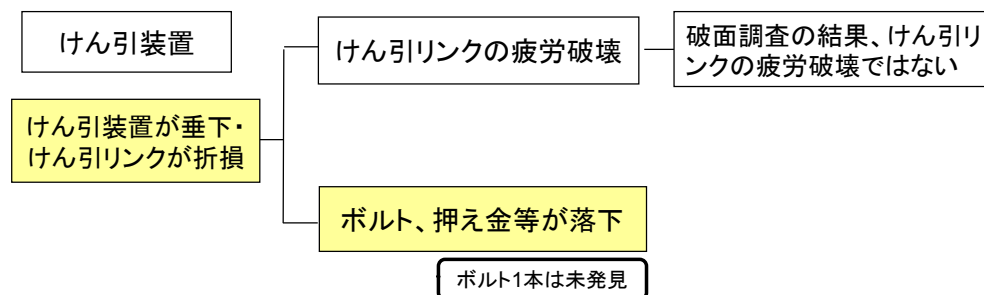


図12 けん引装置の損傷の関与要因

3.7 列車脱線事故発生に関する分析

3.7.1 取付ボルト脱落から列車脱線事故発生に至るまでの経過

取付ボルトが脱落してから列車の脱線に至るまでの経過については、

(1) 3.6に記述したように、左側のけん引リンクが入江町踏切道の左ガードレールと衝撃したことにより折損したと考えられること、

(2) 2.1.1に記述したように、本件運転士は、3箇所踏切道を通過するときに車両床下で「コン」という音がしたと口述していること、

(3) 2.4.1(7)に記述したように、北入江信号場構内の11号イ分岐器の左(直)基本レール頭部の右端とリードレール頭部の右端の間隔が約280mmであつ

たこと、及び3.6に記述したように、左レールの右端と左側のけん引リンクの間隔は253.5mmであることから、けん引装置が垂下した状態では、リードレール右端とけん引装置の前部が衝撃すると考えられること、

(4) 2.4.1(8)に記述したように、北入江信号場構内の44k171m付近の右レール上に車輪フランジによるものとみられる痕跡が認められたことから、以下のとおりであったと考えられる。

- (1) 本件車両の後台車の中心ピンとけん引装置を締結する取付ボルト2本が走行中に脱落した。
- (2) その結果、けん引装置が垂下した状態で本件列車が走行した。
- (3) 洞爺駅通過後に、けん引装置が洞爺駅のポイント部リードレールと接触した後、入江町踏切道の左ガードレールに衝撃して左側のけん引リンクが折損した。
- (4) 更に垂下したけん引装置が軌道上のまくらぎ、ATS地上子、踏切敷板等と断続的に接触した。
- (5) 北入江信号場構内の11号イ分岐器のリードレールに衝撃したことにより、後台車のけん引装置に右方向の力が作用して、後台車の全車軸（第5軸及び第6軸）の車輪が右側に脱線した。

(付図3 事故現場の概況 その1、付図4 事故現場の概況 その2、付図6 脱線の状況、付図7 事故現場付近の痕跡、付図8 落失した車両部品の発見地点参照)

3.7.2 脱線時の脱線地点、時刻及び走行速度

本件車両が北入江信号場構内の11号イ分岐器を通過する際に、けん引装置が分岐器のリードレールに衝撃したことにより脱線したものと考えられるが、2.4.1(8)に記述した軌道上の痕跡から、脱線地点は44k171m付近であったものと考えられる。また、2.1.2に記述した運転状況の記録から、事故発生時刻は3時59分ころ、速度は約54km/hであったものと考えられる。

3.8 取付ボルトが脱落したことに関する分析

3.8.1 取付ボルトが脱落した要因に関する分析

けん引装置の取付ボルトが脱落したことについては、

- (1) 2.4.2.6に記述したように、車両メーカーによると、過去にけん引装置の取付ボルト等に不具合があったという情報は得られていないこと、
- (2) 2.4.2.3に記述したように、発見された車両部品は車両メーカーにより指

定されたものが使用されていたことから、設計、製造又は使用部品が要因である可能性は低いものと考えられる。

また、2.4.2.2に記述したように、落失した車両部品のうち、2本ある取付ボルトのうちの1本のボルトが発見されていないが、

- (1) 2.7.5.1 に記述したように、脱線事故発生直近の平成29年2月22日の仕業検査担当者（事故発生直近）が取付ボルトは2本とも入っていたと口述していること、
- (2) 2.4.2.3 に記述したように、発見された回り止めの対角の2箇所が折り曲げられていたこと

から、未発見のボルトの取付けを失念した可能性は低いものと考えられる。

さらに、本件ボルトは、2.4.2.3に記述したように破断しておらず、未発見のボルトについても、2.4.2.5に記述したように、中心ピンのねじ穴にボルトの破片は残っておらず、破断していなかったものと考えられることから、ボルトの締付けトルクが過大であったことが要因である可能性は低いものと考えられる。

したがって、取付ボルトが脱落したことについては、取付ボルト2本ともに2.7.4に記述した所定のトルク値に達しておらず締付けトルクが不足していたため、列車の走行による振動等により取付ボルト、押え金、回り止め及びすり板が脱落した可能性があるものと考えられる。（図13 参照）

（付図18 重要部検査から事故発生までの経過 参照）

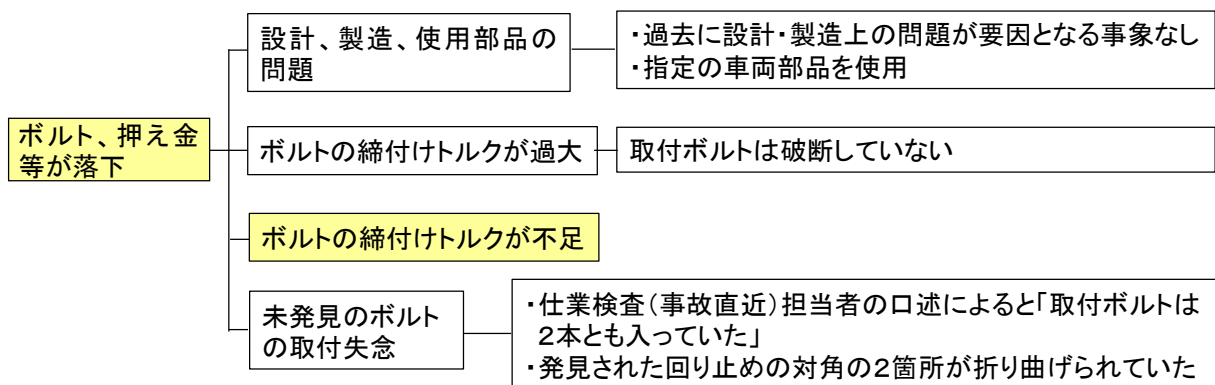


図13 ボルト、押え金等の落下の関与要因

3.8.2 取付ボルトの脱落の過程に関する分析

2.4.2.5 に記述したように中心ピンの進行方向前側のめねじが後ろ側のめねじと比較して顕著な損傷が認められたことから、後ろ側のボルトが先に緩み、前側のボルトが後に緩んだことによって、ボルトが抜ける過程で前側のめねじが損傷したも

のと考えられる。また、2.4.2.2に記述したように、発見された本件ボルトは押え金と近い箇所で発見されたことから後から脱落したのと考えられ、同ボルトは中心ピンの前側のねじ穴に、未発見のボルトは後ろ側のねじ穴に取り付けられていたのと考えられる。なお、2.4.2.3に記述した本件ボルトの先端及び中央付近のねじ山の損傷は、2.4.2.3に記述した押え金の段付摩耗の状況及び2.4.2.5に記述した中心ピンのねじ穴調査の結果から、未発見のボルトが脱落した後に、中心ピンと押え金の締結を保持していた過程で発生したのと考えられる。

3.9 取付ボルトの締付けトルクが不足していたことに関する分析

3.8.1に記述したように、取付ボルトが脱落したことについては、取付ボルトの締付けトルクが不足していたことによる可能性が考えられる。取付ボルトの締付けについては、

- (1) 2.4.2.3及び2.4.2.5に記述したように、発見された本件ボルトの状態、及び中心ピンの調査結果から、中心ピンのねじ穴には、ボルトが落下した直接の要因となる異物介在の痕跡は認められず、ねじ穴に異物が介在したことにより締付けトルクが低下した可能性は低いと考えられること、
- (2) 2.7.4及び2.7.5に記述したように、
 - ① 作業者はトルクレンチの設定値を変更したことがないと口述していること、
 - ② 作業者は取付ボルトを締結するとき使用するトルクレンチは他の作業で使用しないと口述していること、
 - ③ 作業者が使用していたトルクレンチの設定値は660N・mであり、所定のトルク値であったことから、作業者が使用したトルクレンチの設定値は適正であったと考えられること、
- (3) 2.3.3.3に記述したように、本件車両は、本事故発生前に各検査を実施しているが、重要部検査を実施して以降、取付ボルト等の取り外しを伴うような臨時修繕作業は発生しておらず、交番検査及び仕業検査では、取付ボルトを取り外して検査は実施しないこと

から、本事故発生前の直近で実施した本件車両の重要部検査の車体と台車を結合する作業において、トルクレンチを使用した本締めが行われれば、締付けトルクの不足により取付ボルトが緩む可能性は低いと考えられる。したがって、取付ボルトの締付けが不足していたことについては、取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに仮締め状態で作業を終了し、その後の車両の走行による振動等によりボルトの緩みが進行し

たことによる可能性があると考えられる。(図14 参照)

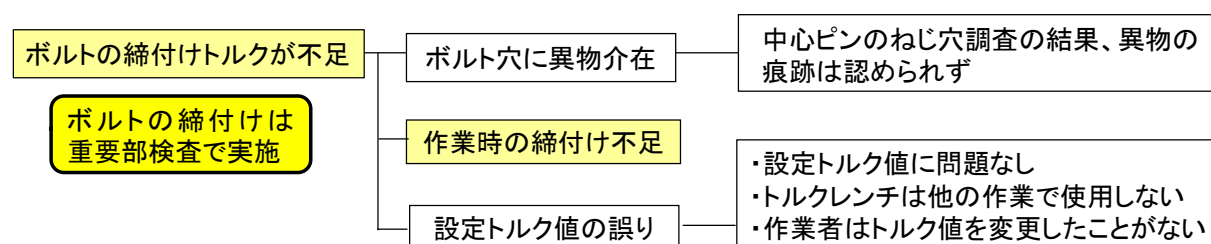


図14 取付ボルトの締付けトルク不足の関与要因

3.10 取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに作業を終了したことに关する分析

重要部検査における車体と台車の結合作業において、取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに仮締め状態で作業を終了したことについては、

- (1) 2.7.3 に記述したように、DF200形車両の重要部検査に関する作業手順書等がないこと、
- (2) 2.7.4 に記述したように、
 - ① 中心ピンとけん引装置を締結する作業を行うに当たり、作業には、特に役割分担の指示はなく、取付ボルトの締め付けは、作業同士で役割分担を決めて、1台車を2名で担当するうちの1名の作業者が本件ボルトの仮締めまでを行っていたこと、
 - ② 取付ボルトをトルクレンチで締め付ける作業は、自分の担当作業が早く終わった作業者が、他の作業者の進捗状況に合わせて行うが、誰がいつ行うか決まっていないこと、
 - ③ 取付ボルトをトルクレンチで本締めしたとトルク値の記録を残すことになっていなかったこと

から、作業者の役割分担や作業結果の確認方法等の作業手順が明確でない状況で作業が行われたこと等により、トルクレンチによるボルト締め付け作業及び締結状態の確認が行われなかった可能性があると考えられる。

重要部検査及び全般検査における車体と台車の結合作業について、以下の点を考慮した作業マニュアルを作成すること等により、作業手順を確立することが必要である。

- (1) トルクレンチによるボルト締め付け作業及び締結状態の確認について、作業者及び確認者を明確にし、締め付けトルク値及び確認結果を記録すること。
- (2) 目視検査での緩みの検出を容易にするため、ボルトに合いマークをつける等の方策を講じること。

3.1.1 取付ボルト等の取付状態の検査に関する分析

重要部検査から本事故発生までの間に、仕業検査78回及び交番検査3回において目視及び打音による検査が行われているが、重要部検査の車体と台車の結合作業時に取付ボルトが所定のトルク値より不足していた可能性がある状況下において、

- (1) 2.7.4に記述したように、取付ボルトには合いマークがつけられていなかったこと、
- (2) 重要部検査の車体と台車の結合作業終了後、仕業検査及び交番検査で目視検査及び打音検査が行われているが、2.10に記述したように、打音検査に関して、取付ボルトを取り付けた状態においては、
 - ① 取付ボルトにはけん引ばり及び押え金等の荷重がかかっており、取付ボルトに回り止めが機能している状態では、ボルトの頭部を叩いたときの音の響きが異なる場合や締付け力が小さいボルトの頭部を叩いてもボルトが動かない場合があると考えられること、
 - ② 打音検査に関する調査結果から、打音検査で所定トルク値より締付け力が不足していることを判別することは困難であると認められることから、打音検査では取付ボルトの緩みを判断することは困難であると考えられること

から、ボルトの緩みを検出できなかった可能性があると考えられる。したがって、3.10に記述したように、目視検査での緩みの検出を容易にするため、合いマークをつける等の方策を講じる必要がある。

ボルトの緩み防止対策は、ボルト頭部を針金で緊縛する方法など、ボルトの緩みの抑止と目視検査での検出率の向上の両面から様々な方法が考案されていることから、対象箇所に適した有効性の高い対策について検討を進めることが望ましい。

また、取付ボルトが脱落した場合のけん引装置の垂下量を抑制し、脱線事故を防止するためのストッパーの採用について、他の形式の車両における採用事例も参考とし、検討を進めることが望ましい。

(付図18 重要部検査から事故発生までの経過 参照)

3.1.2 過去に発生した類似事象への対応に関する分析

2.9に記述したように類似事象についての対策には、トルク管理の記録を残すこと及び取付ボルトに合いマークをつけることが指示されていたが、本件機関区ではトルク管理の実施の記録を残しておらず、取付ボルトに合いマークをつけていなかった。さらに、2.7.5に記述したように本事象について多くの作業者が知らなかった。これらのことについては、類似事象発生時には、障害事案の対策について、本社が支社及び

現業組織の関係部署に周知を図っていたものの、現業組織の作業現場にその対策が定着していることを確認する仕組みがなかったこと、及び本脱線事故発生時には、実施状況等を確認する仕組みがあったものの、過去に出された対策等は確認の対象となっていなかったことが関与したものと考えられる。

したがって、取付ボルト脱落の発生は、過去の類似事象の対策が生かされなかった側面があることに鑑み、障害事案が発生した場合には、本社が全国の組織を統轄する立場から再発防止策を検討して、支社及び現業組織の関係部署に周知を図るとともに、現業組織の作業現場にその対策が定着していることを確認する仕組みを確立することが必要である。

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) 運転取扱い、軌道及び運転保安設備について

運転取扱い、軌道及び運転保安設備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。(3.1、3.2、3.3) ^{*37}

(2) 車両について

車両に関して、けん引装置を除く装置等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。(3.4)

(3) けん引装置の損傷について

けん引装置の折損は、取付ボルト、押え金等の車両部品が走行中に脱落して、けん引装置が垂下したため、けん引装置が入江町踏切道の左ガードレールに衝撃したことによるものと考えられる。(3.6)

(4) 列車脱線事故の発生までの経過について

列車脱線事故が発生するまでの経過については、以下のとおりであったと考えられる。

- ① 1両目の機関車の後台車の中心ピンとけん引装置を締結する取付ボルト2本が走行中に脱落した。
- ② その結果、けん引装置が垂下した状態で列車が走行した。
- ③ 洞爺駅通過後に、けん引装置が洞爺駅のポイント部リードレールと接触した後、入江町踏切道の左ガードレールに衝撃して左側のけん引リンクが折損した。

*37 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。

- ④ 更に垂下したけん引装置が軌道上のまくらぎ、地上子、踏切の敷板等と断続的に接触した。
- ⑤ 北入江信号場構内の11号イ分岐器のリードレールに衝撃したことにより、後台車のけん引装置に右方向の力が作用して、後台車の全車軸（第5軸及び第6軸）の車輪が右側に脱線した。（3.7）
- (5) 取付ボルトが脱落したことについて
中心ピンとけん引装置を締結するために取り付けるボルト2本ともに、締付けトルクが不足していた可能性があるため、列車の走行による振動等により取付ボルトが脱落した可能性があるものと考えられる。（3.8）
- (6) 取付ボルトの締付けトルクが不足していたことについて
事故発生前の直近で実施した重要部検査の車体と台車を結合する作業において、取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに仮締め状態で作業を終了し、その後の車両の走行による振動等によりボルトの緩みが進行したことによる可能性があると考えられる。（3.9）
- (7) 取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに作業を終了したことについて
重要部検査における車体と台車の結合作業において、作業者の役割分担や作業結果の確認方法等の作業手順が明確でない状況で作業が行われたこと等により、トルクレンチによる締付け作業及び締結状態の確認が行われなかった可能性があると考えられる。（3.10）
- (8) 取付ボルト等の取付状態の検査について
重要部検査から本事故発生までの間に、仕業検査78回及び交番検査3回において目視及び打音による検査が行われているが、目視での緩みの検出を容易にする合いマーク等の方策がとられていなかったこと、及びボルトに荷重が作用しており緩みによる打音の変化が捉えにくい箇所であったことが関与して、ボルトの緩みを検出できなかった可能性があると考えられる。（3.11）
- (9) 過去に発生した類似事象への対応について
トルク管理の実施の記録を残していなかったこと及び取付ボルトに合いマークをつけていなかったことについては、類似事象発生時には、障害事案の対策について、本社が支社及び現業組織の関係部署に周知を図っていたものの、現業組織の作業現場にその対策が定着していることを確認する仕組みがなかったこと、及び本脱線事故発生時には、実施状況等を確認する仕組みがあったものの、過去に出された対策等は確認の対象となっていなかったことが関与したものと考えられる。（3.12）

4.2 原因

本事故は、貨物列車の1両目の機関車において、後台車の中心ピンとけん引装置を締結する取付ボルト2本が走行中に脱落してけん引装置が垂下したため、次のような経過により後台車の全車軸（第5軸及び第6軸）が脱線したことによるものと考えられる。

- (1) けん引装置が入江町踏切道の左ガードレールに衝撃して左側のけん引リンクが折損した。
- (2) 折損後、更に垂下したけん引装置が北入江信号場構内の分岐器のリードレールに衝撃したことにより、けん引装置に右方向の力が作用して、後台車の全車軸（第5軸及び第6軸）の車輪が右側に脱線した。

けん引装置の取付ボルトが脱落したことについては、重要部検査での車体と台車の結合作業において、取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに仮締め状態で作業を終了し、その後の走行による振動等によりボルトの緩みが進行したことによる可能性があると考えられる。

取付ボルトを所定のトルク値で締め付けずに作業を終了したことについては、作業者の役割分担や作業手順が明確でない状況で作業が行われたこと等により、トルクレンチによるボルト締め付け作業及び締結状態の確認が行われなかった可能性があると考えられる。

また、目視での緩みの検出を容易にする合いマーク等の方策はとられていなかったこと、及びボルトに荷重が作用しており緩みによる打音の変化が捉えにくい箇所であったことが関与して、仕業検査及び交番検査において、ボルトの緩みを検出できなかった可能性があると考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

本事故について必要と考えられる再発防止策は以下のとおりである。

- (1) 重要部検査及び全般検査における車体と台車の結合作業について、以下の点を考慮した作業マニュアルを作成すること等により、作業手順を確立することが必要である。
 - ① トルクレンチによるボルト締め付け作業及び締結状態の確認について、作業者及び確認者を明確にし、締め付けトルク値及び確認結果を記録すること。

- ② 目視検査での緩みの検出を容易にするため、合いマーク等の方策を講じること。
- (2) 今回のボルト脱落の発生は、過去の類似事象の対策が生かされなかった側面があることに鑑み、障害事案が発生した場合には、本社が全国の組織を統轄する立場から再発防止策を検討して、支社及び現業組織の関係部署に周知を図るとともに、現業組織の作業現場にその対策が定着していることを確認する仕組みを確立することが必要である。
- (3) ボルトの緩み防止対策は、ボルト頭部を針金で緊縛する方法など、ボルトの緩みの抑止と目視検査での検出率の向上の両面から様々な方法が考案されていることから、対象箇所に適した有効性の高い対策について検討を進めることが望ましい。
- (4) 取付ボルトが脱落した場合のけん引装置の垂下量を抑制し、脱線事故を防止するためのストッパーの採用について、他の形式の車両における採用事例も参考とし、検討を進めることが望ましい。

5.2 事故後に J R 貨物が講じた措置

本事故発生後に J R 貨物が講じた措置は以下のとおりである。

- (1) 全車両の取付ボルトの締結状態の確認
 - Z リンク式けん引装置が取り付けられている全車両の取付ボルトの締結状態を点検し、異常がないことを確認した。
- (2) 取付ボルトの確認方法等の具体的な指示
 - 本社から支社及び現業組織に対して、書面により、脱線の原因がけん引装置の取付ボルトの落失であることを周知し、検査方法として「取付ボルトの打音検査、合いマークと回り止めの目視検査」を明確化するとともに、以下の事項について指示した。
 - ① 異物混入防止のため、取付ボルトは新品ボルトを使用すること。
 - ② ボルトの緩み抑止対策として、回り止めの効果を向上させるため、以前の回り止めよりも大きい改良型回り止めを使用し、図 15 に示すように、ボルトの頭部に沿って角を 2 回折り曲げること。
 - ③ 取付ボルト取付時には以下の点に留意すること。
 - a 所定のトルク値（57.7～67.3 kgf・m/566～660 N・m）で締結すること。
 - b 正しい軸力を得るため、ボルトのねじ部にトルク安定剤を塗布すること。
 - c 目視検査において、ボルトの緩みの確認を容易にするため、取付ボルト

に合いマークをつけること。

- ④ 検査結果について、確認者、所定トルク値で締結したこと等を記載した記録を残すこと。

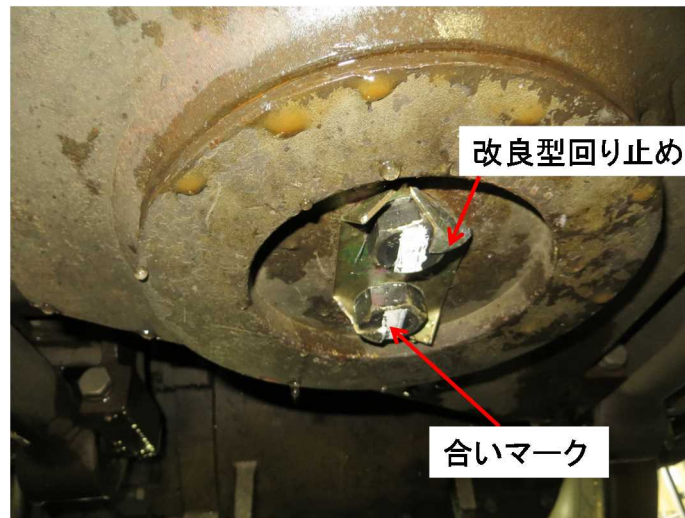
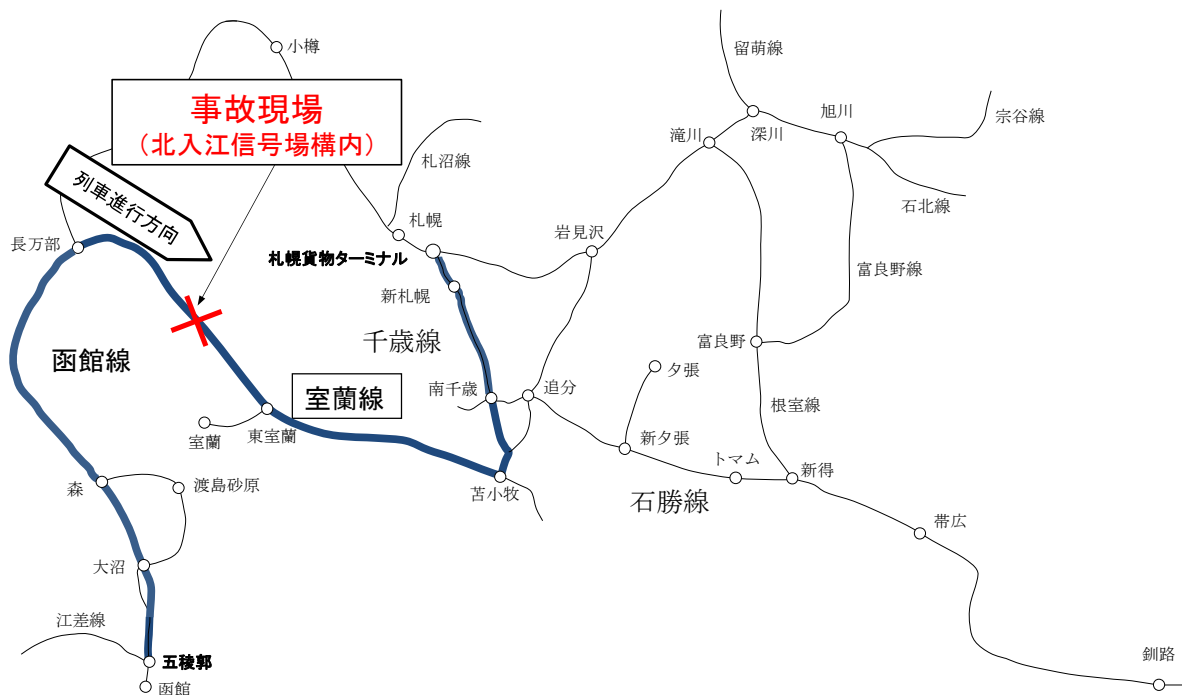


図 1 5 対策実施後の取付ボルト等の外観

(3) ボルト緩み検証試験の実施

取付ボルト締結時に異物が介在した場合に、異物がボルトの締付け力に及ぼす影響を試験により調査している。なお、上記(2)①に記述したとおり、異物混入防止のため、取付ボルトは新品ボルトを使用することとした。

付図1 室蘭線等の路線及び本件列車の経路略図

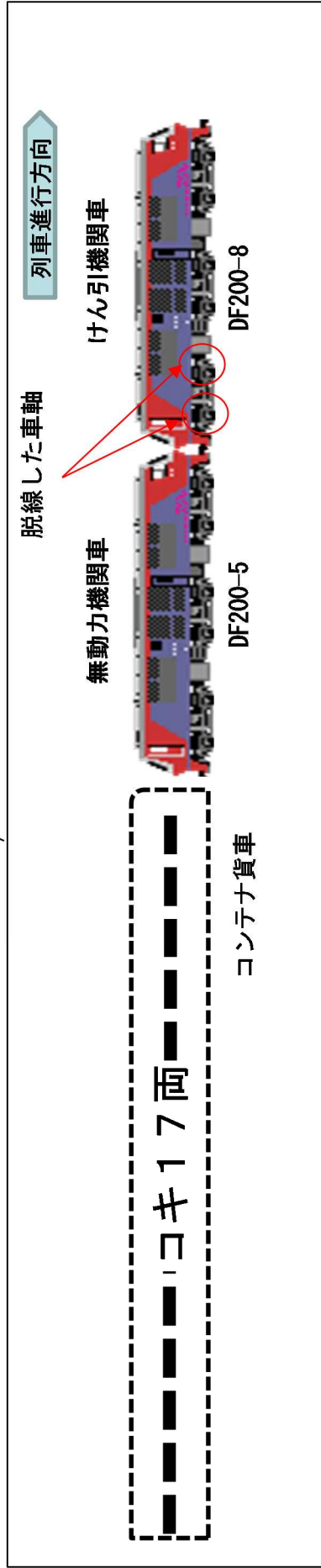
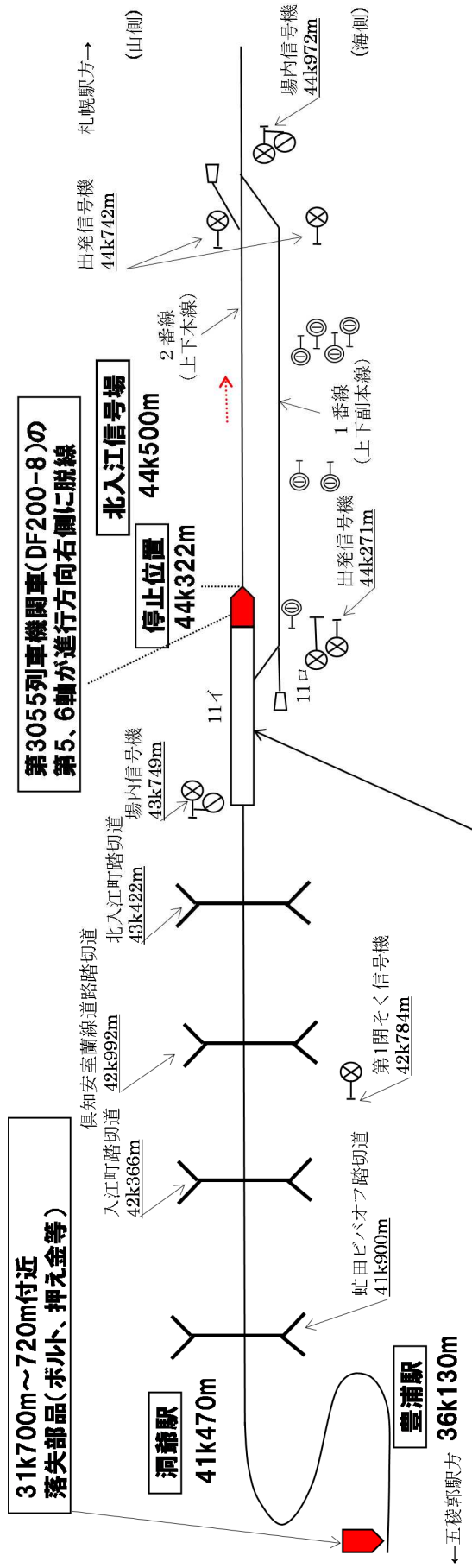


付図2 事故現場付近の地形図

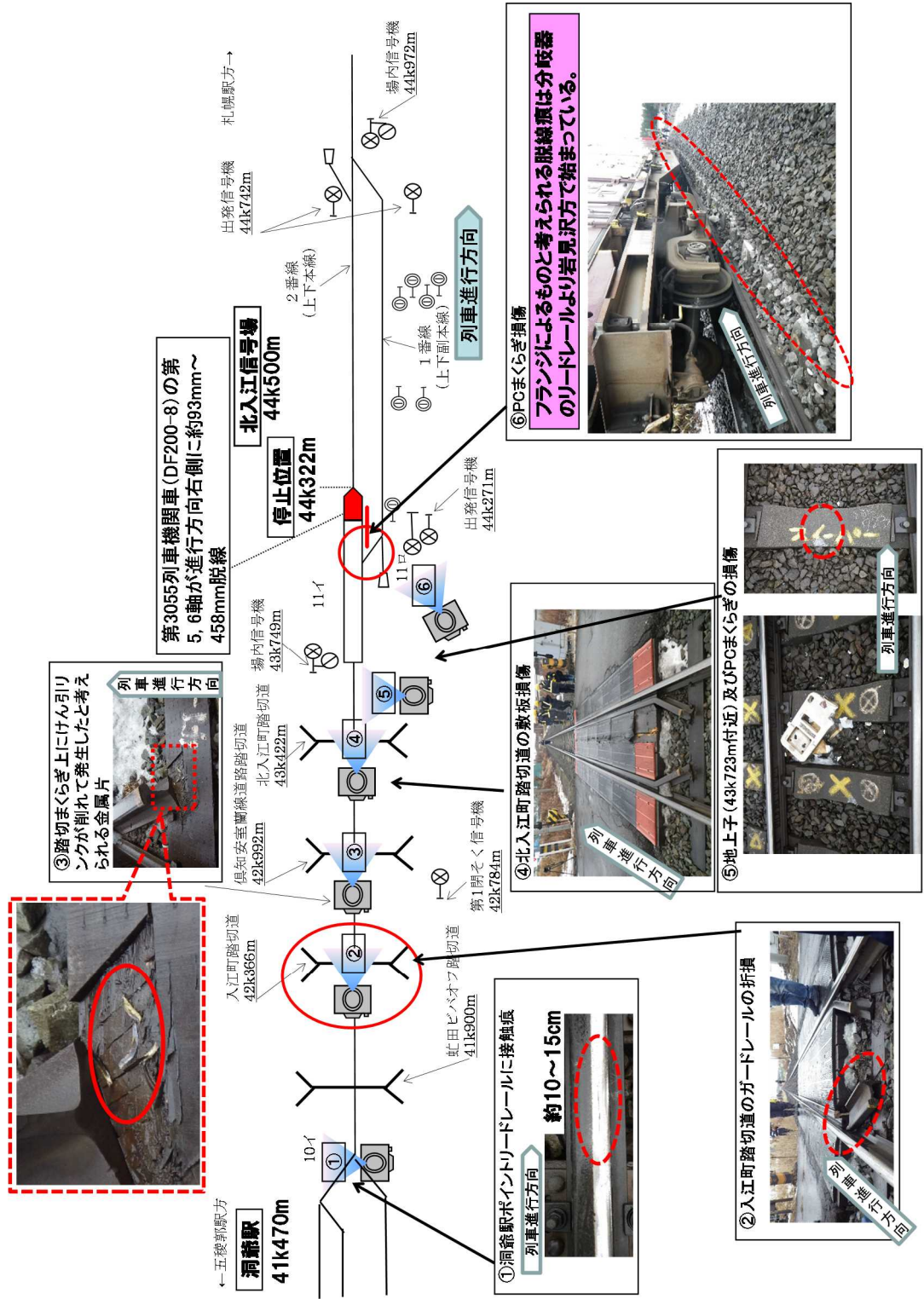


※この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土web）を使用して作成。

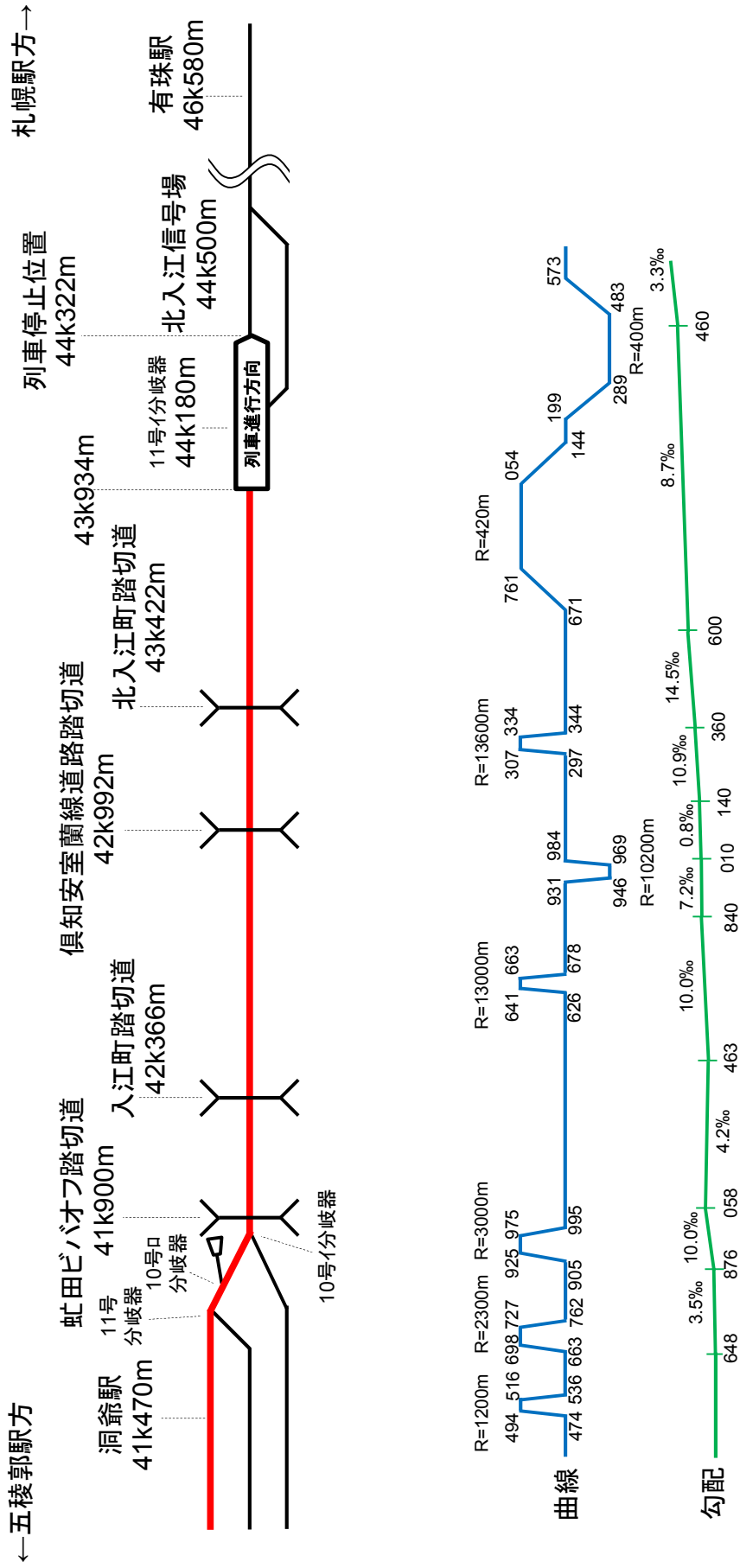
付図3 事故現場の概況 その1



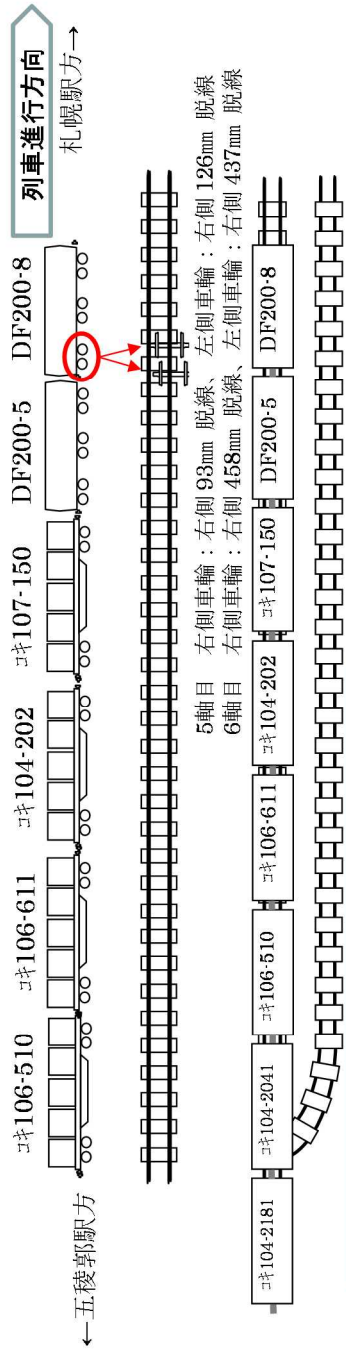
付図4 事故現場の概況 その2



付図5 洞爺駅～事故現場間の略図



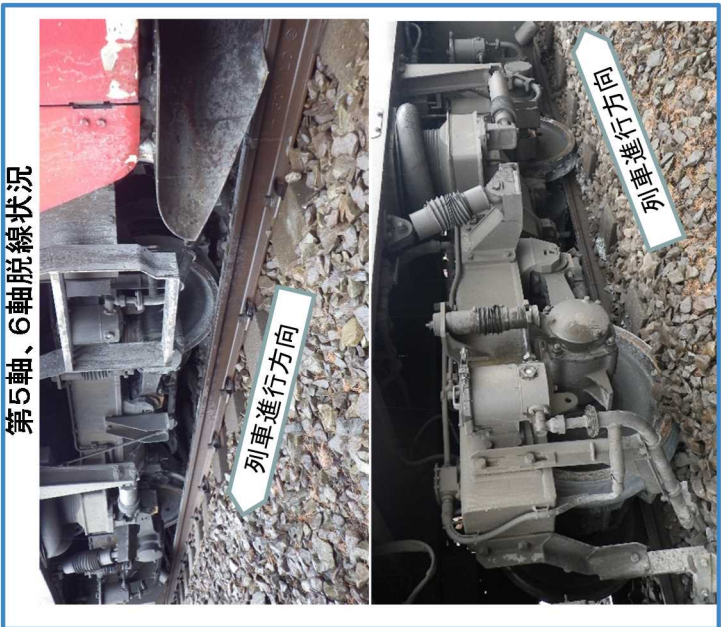
付図6 脱線の状況



全景



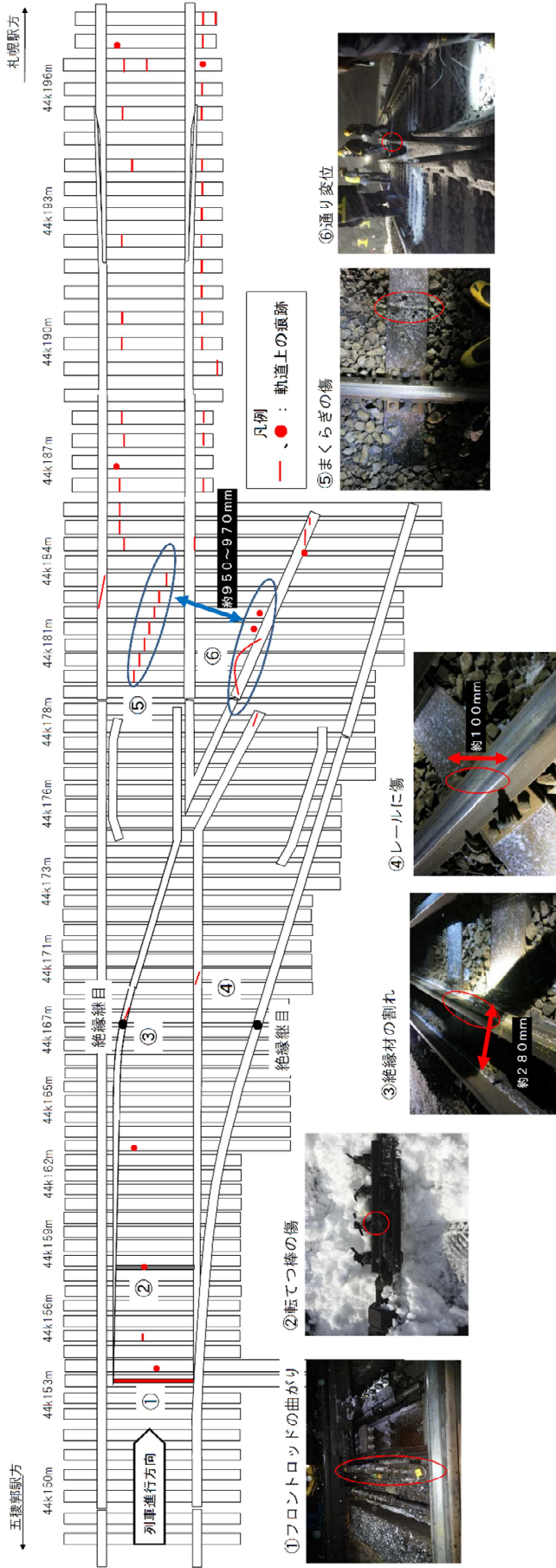
第5軸、6軸脱線状況



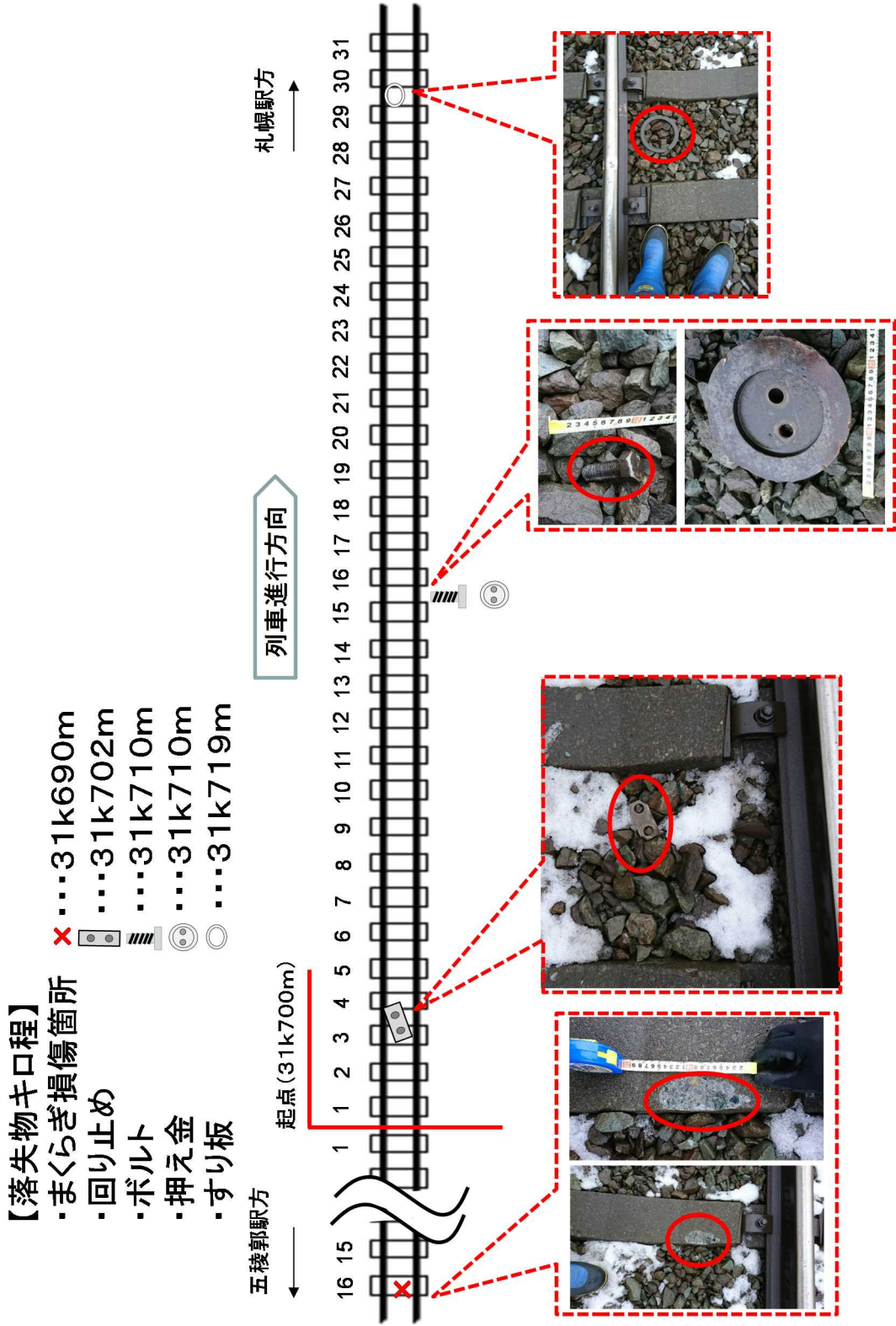
損傷した
けん引装置



付図7 事故現場付近の痕跡

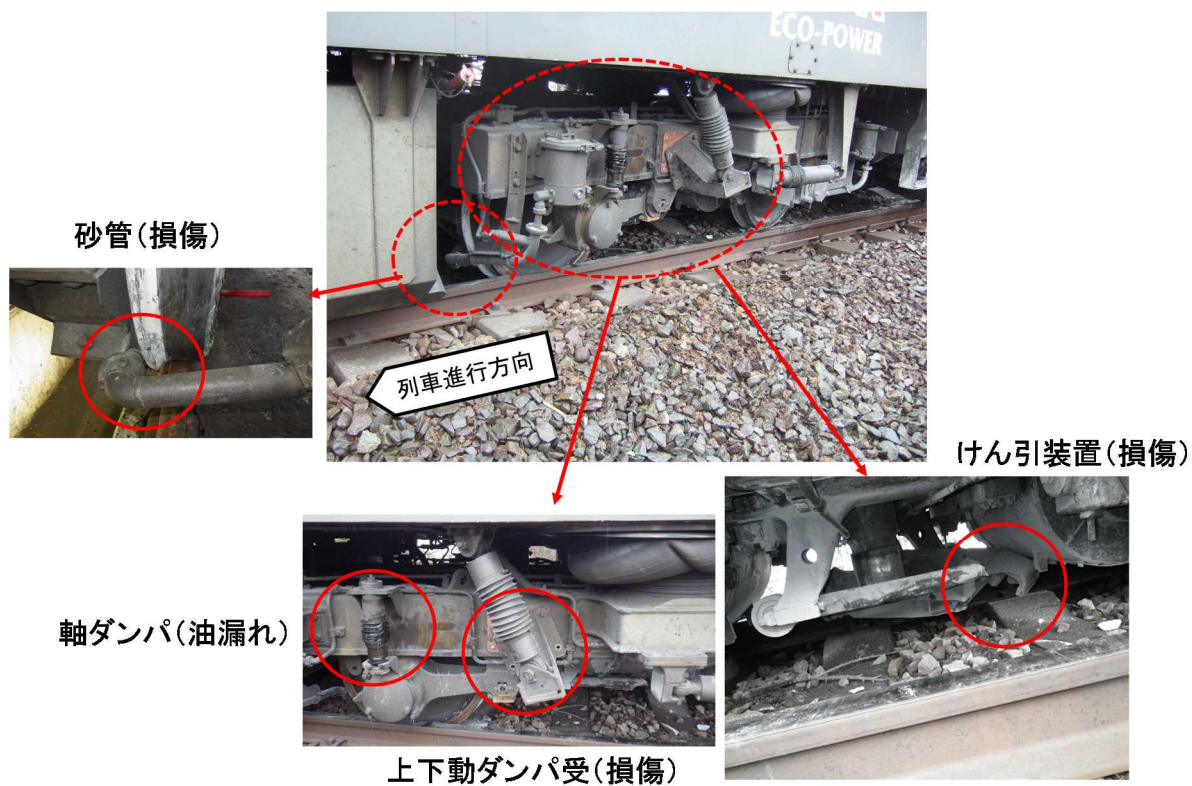


付図8 落失した車両部品の発見地点



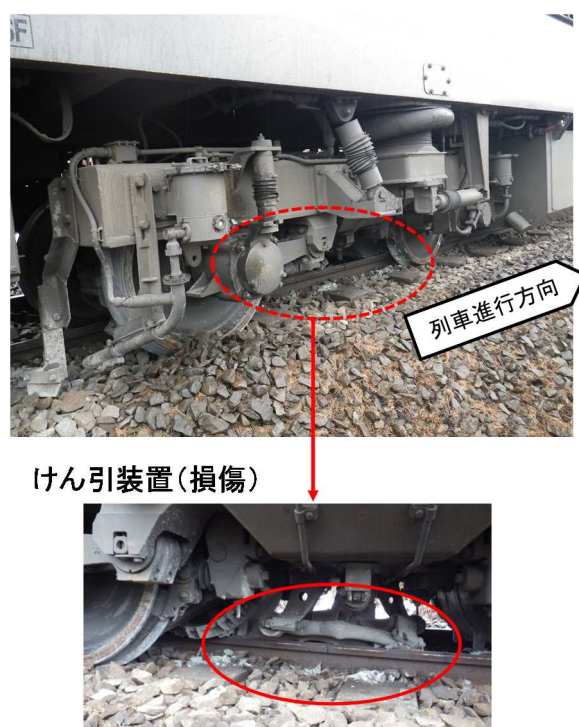
付図9 車両の損傷状況 その1

後台車左側

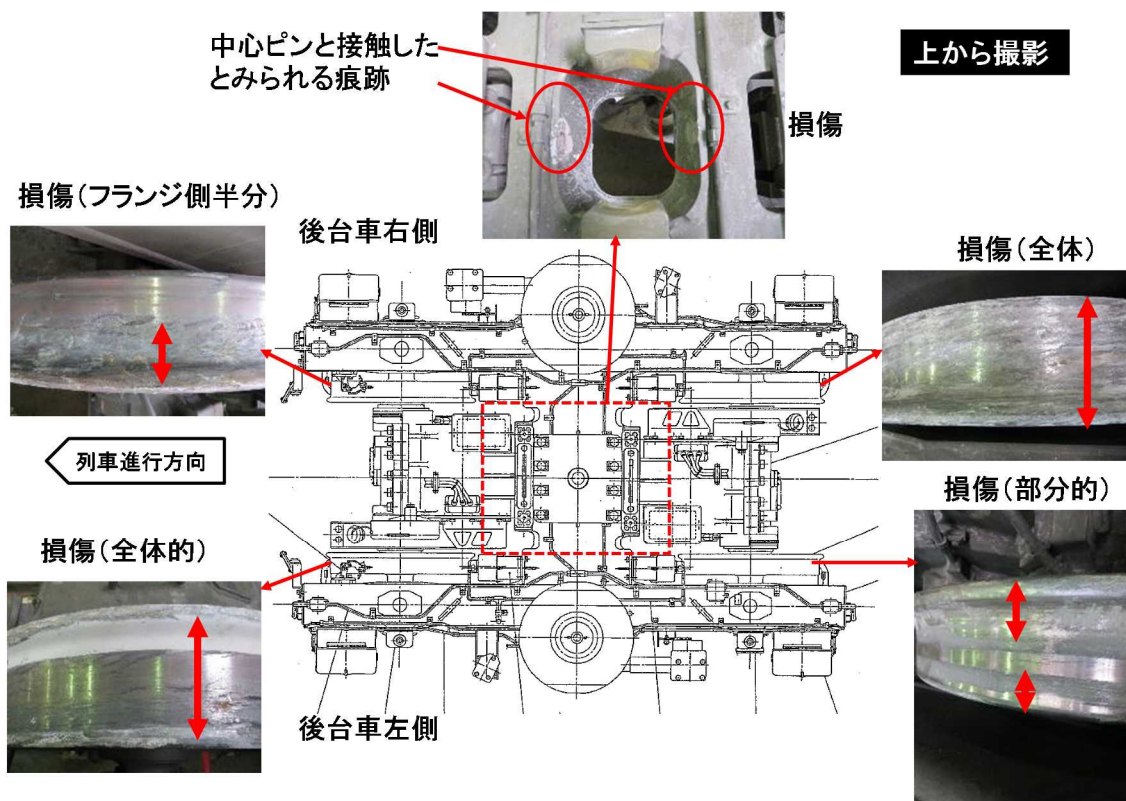


付図10 車両の損傷状況 その2

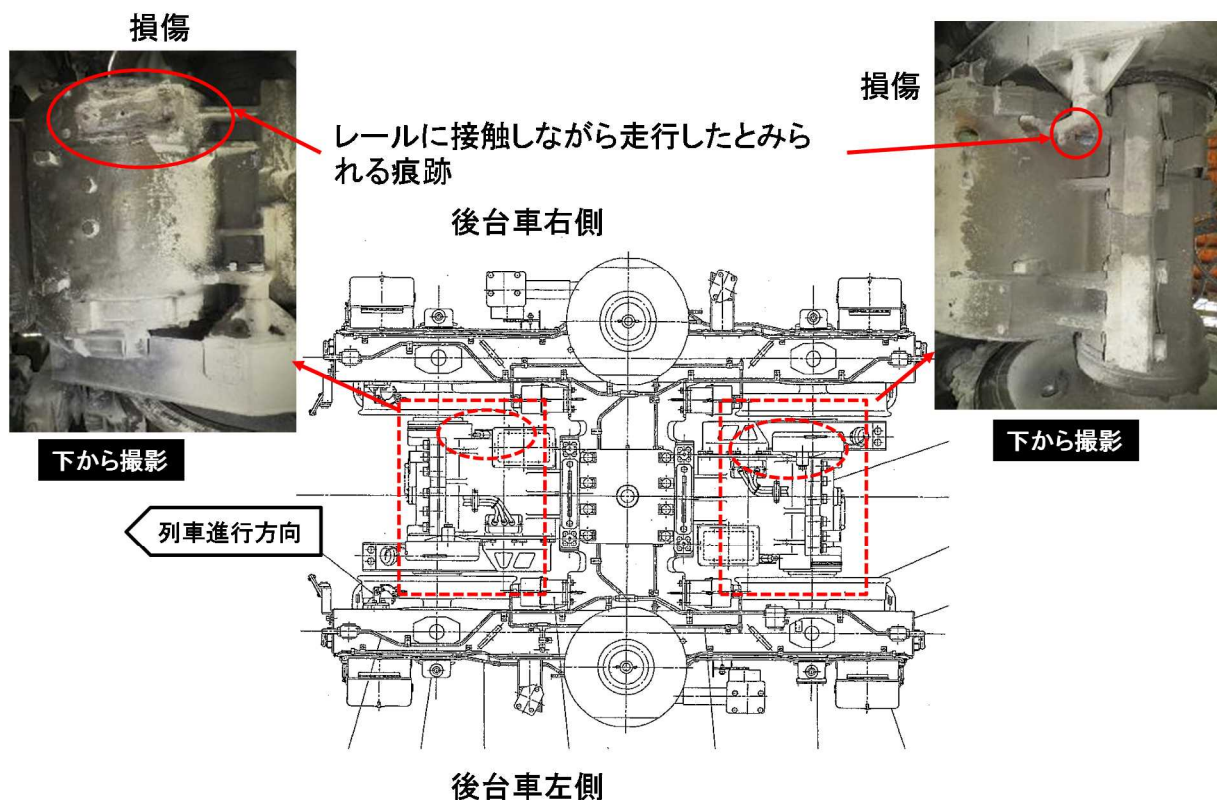
後台車右側



付図 1 1 台車の損傷状況 その 1

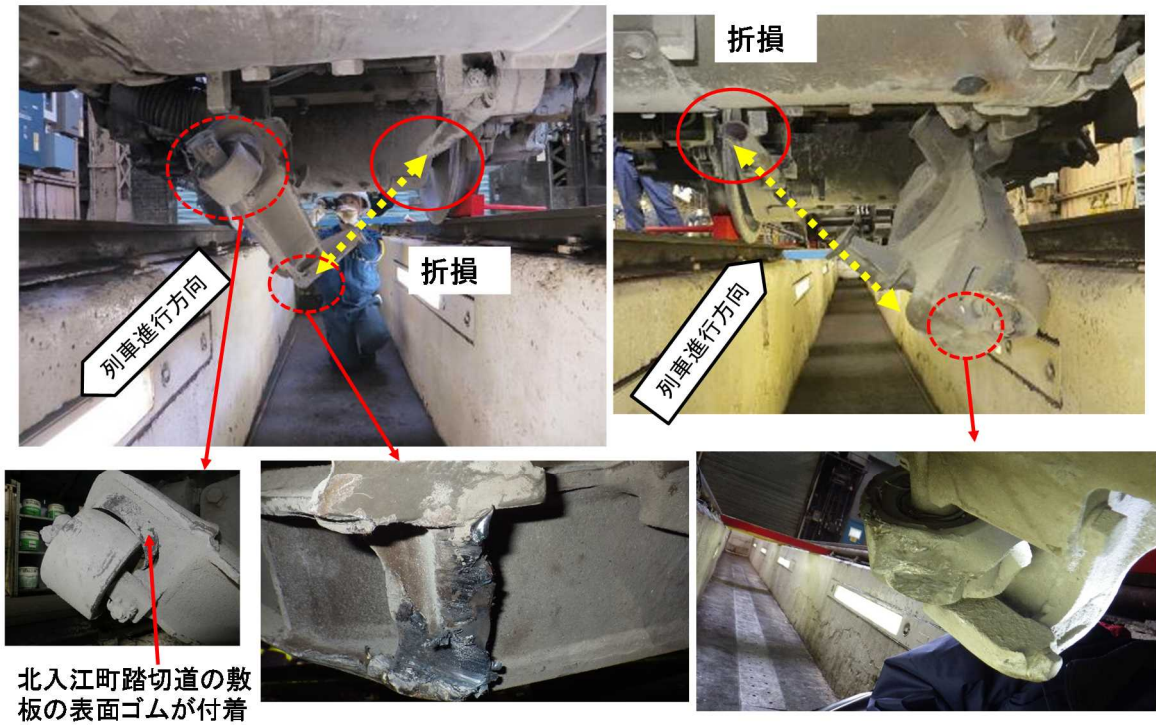


付図 1 2 台車の損傷状況 その 2



付図 1 3 けん引装置の損傷状況 その1

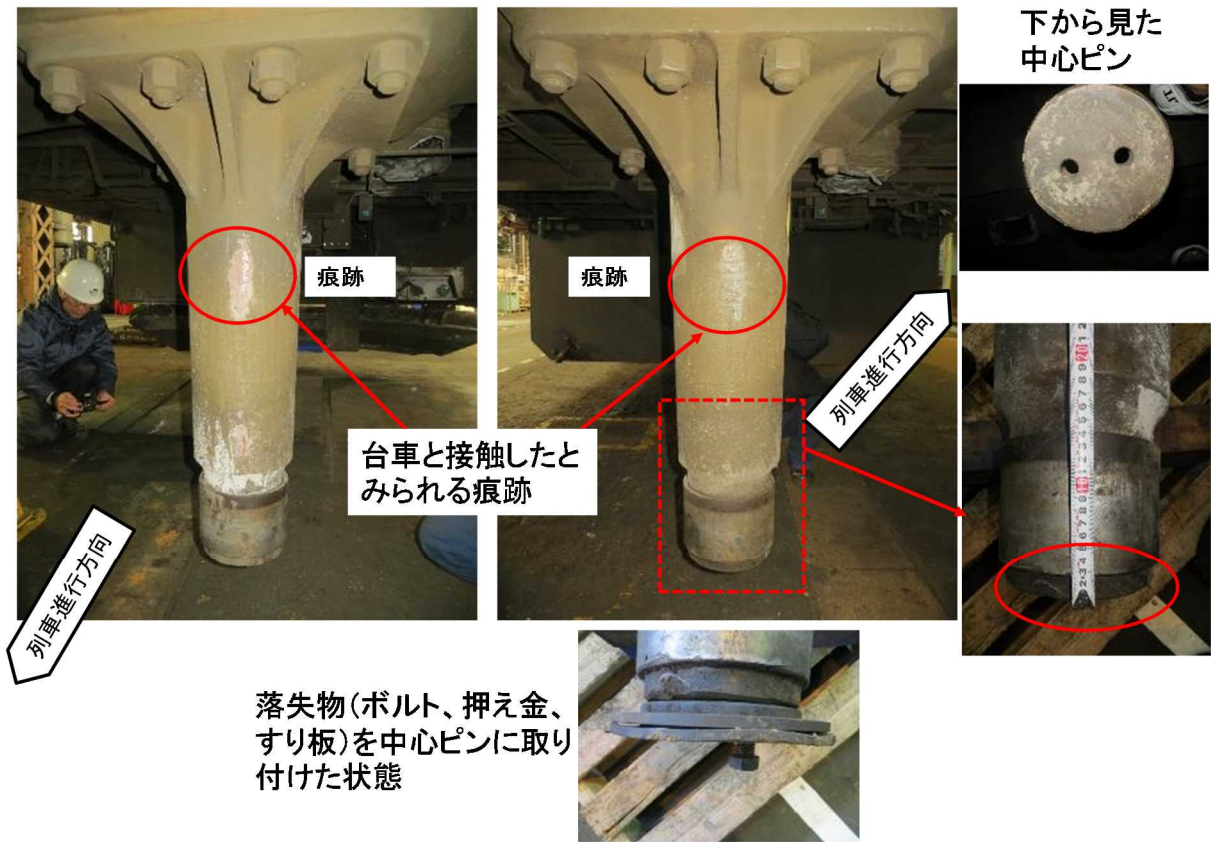
DF200-8 後台車(脱線した台車)



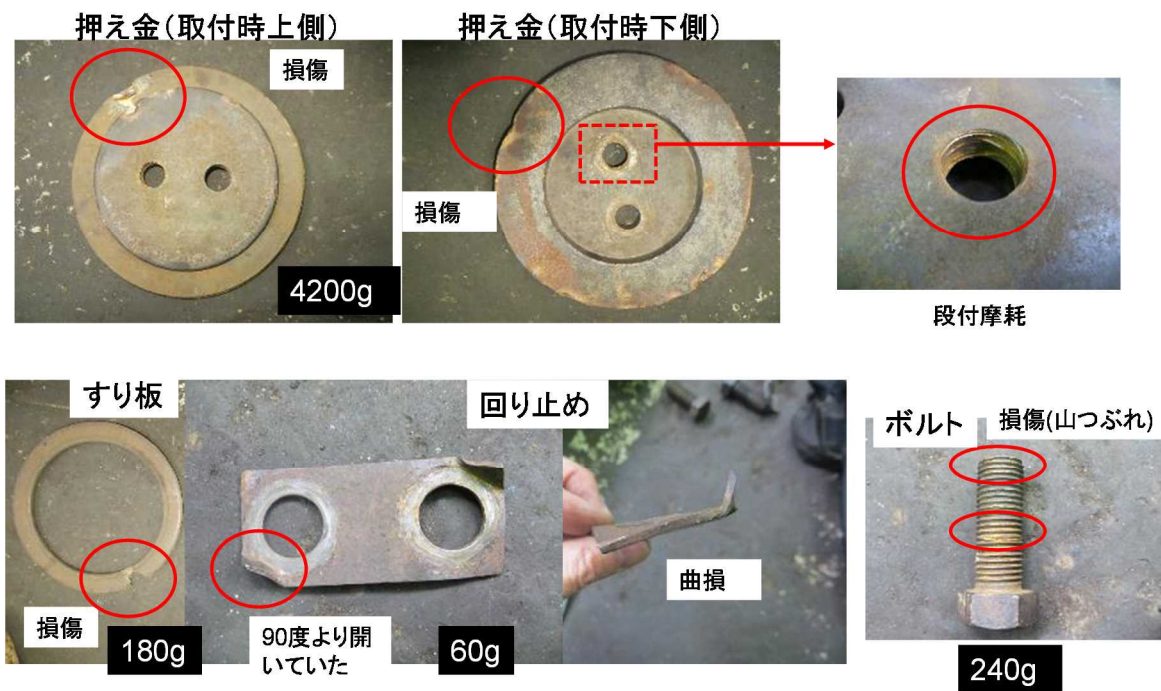
付図 1 4 けん引装置の損傷状況 その2



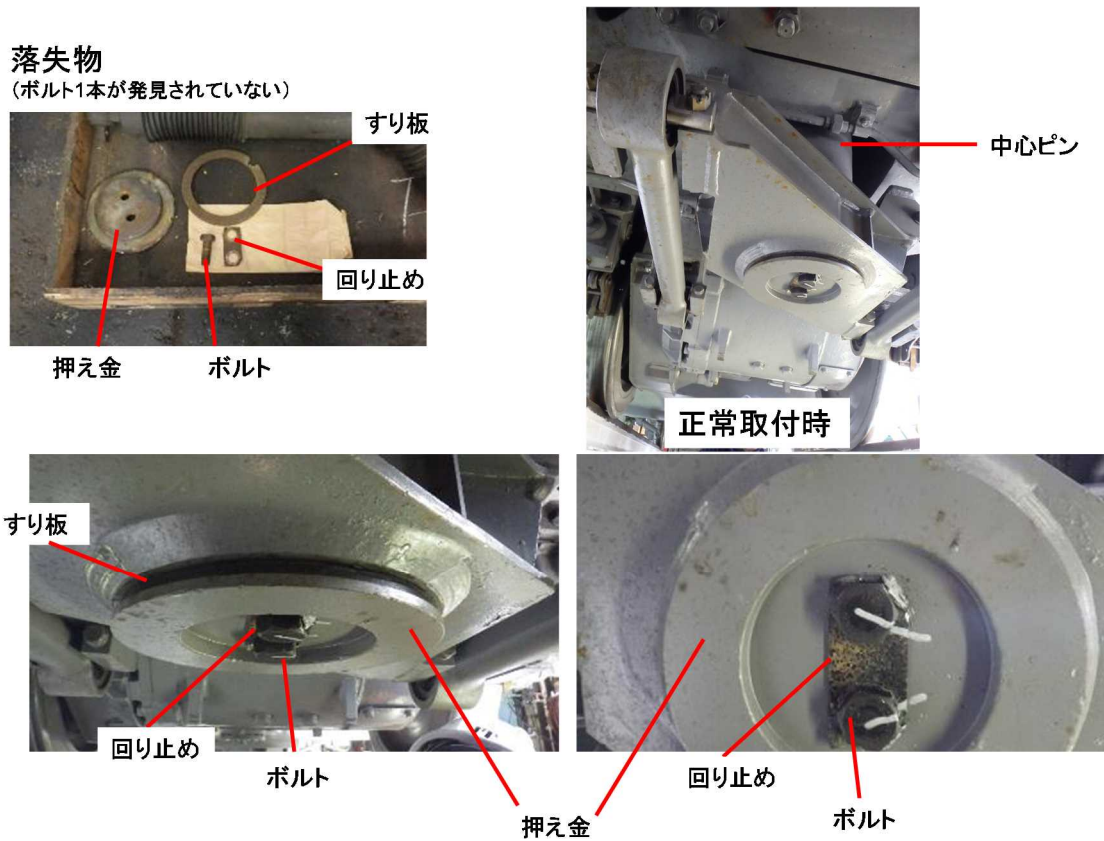
付図 1 5 中心ピンの損傷状況



付図 1 6 落失した車両部品の損傷状況



付図 1 7 落失した車両部品に関する情報



付図 1 8 重要部検査から事故発生までの経過

