

RA2009-4

鐵道事故調查報告書

富山地方鐵道株式会社 本線中加積駅構内列車脱線事故

平成21年4月24日

運輸安全委員会

本報告書の調査は、本件鉄道事故に関し、運輸安全委員会設置法に基づき、運輸安全委員会により、鉄道事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会
委員長 後藤 昇 弘

《参 考》

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 分 析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

富山地方鉄道株式会社 本線中加積駅構内
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：富山地方鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成20年9月30日 18時13分ごろ

発生場所：富山県なめりかわ滑川市
本線 なかかつみ中加積駅構内

平成21年4月13日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

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

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

富山地方鉄道株式会社の本線電鉄富山駅発宇奈月温泉駅行き2両編成の下り急行第B159列車は、平成20年9月30日（火）、ワンマン運転で中加積駅を定刻（18時12分）に出発した。

列車の運転士は、速度約10km/hで運転中、異音を感知したため、常用ブレーキを使用し停止した。停止後に確認したところ、列車は後部車両後台車の第1軸左車輪（前後左右は列車の進行方向を基準とする。）が軌間内に脱線していた。

列車には、乗客約80名及び運転士が乗車していたが、死傷者はなかった。

1.2 鉄道事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成20年9月30日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1名の鉄道事故調査官を指名した。

北陸信越運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場に派遣した。

1.2.2 調査の実施期間

平成20年10月 1 日	現場調査及び口述聴取
10月 2 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

事故に至るまでの経過は、富山地方鉄道株式会社（以下「同社」という。）の下り急行第B159列車（以下「本件列車」という。）の運転士（以下「運転士」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

本件列車には、稲荷町駅いなりまちから乗り継ぎで乗務し、中加積駅を定刻（18時12分）に出発した。

ノッチを入れて、30mぐらい進んだ時点で、何かを擦っているような「ゴリゴリ」という異音を感知した。速度計で確認したわけではないが、速度は10km/hぐらいだったと思う。ちょっといつもと何か違うなと思い、すぐにノッチをオフにした。耳をよく澄まして聞くと、後ろの方で鈍い音が聞こえるので、すぐに常用ブレーキで停止した。

停止後、運転指令に、異音を感知したため停車中であることを無線で連絡した。

左乗務員用乗降口から車外に降り、車輪を見回ったところ、後部車両後台車の第1軸左車輪が軌間内に脱線していることを確認したため、その旨を運転指令に無線で連絡した。

乗客は80名ぐらいだったと思うが、負傷者はなかった。19時40分ごろ、乗客の降車用のはしごが到着したので、後部車両の左前乗降口から乗客を降車させた。

本件列車の乗務開始から事故に至るまでの間、車両に異常は認められなかった。

なお、本事故の発生時刻は18時13分ごろであった。

（付図1 本線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場略図、付図4 軌道の状況 参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし

2.3 鉄道施設、車両等に関する情報

2.3.1 事故現場に関する情報

- (1) 本件列車は、先頭が中加積駅構内の電鉄富山駅起点17k256m付近(以下「電鉄富山駅起点」は省略する。)に停止して、後部車両後台車の第1軸左車輪が17k222m付近の軌間内に脱線していたが、同軸右車輪は脱線していなかった。
- (2) 後部車両後台車付近の右レールは軌間外側に傾いて、小返りが発生していた。

(付図3 事故現場略図、付図4 軌道の状況 参照)

2.3.2 鉄道施設

2.3.2.1 施設の概要

- (1) 中加積駅での下り列車停止目標位置は17k187m付近(付図4のNo.16まくら木付近。同まくら木から前方に向かって増加する番号をまくら木に付し、以下同様に記述する。)である。
- (2) 17k192m付近に中加積駅構内通路があり、幅員は2.5m、敷板舗装である。
- (3) 17k232m付近に第二中加積踏切道(第1種踏切道)があり、幅員は8.0m、接続軌道ブロック舗装である。

(付図3 事故現場略図、付図4 軌道の状況 参照)

2.3.2.2 線路の概要

- (1) 同社の本線は、中加積駅付近で単線であり、軌間は1,067mmである。
- (2) 事故現場付近のレールは37kgレールである。ただし、17k212m～222m付近(No.55～No.70まくら木)には40kgN-37kg中継レール、及び17k222m(No.70まくら木)～282m付近には40kgNレールが敷設されている。

なお、17k190m付近(No.21まくら木)及び17k198m付近(No.33及びNo.34まくら木の間)の右レール、並びに17k202m付近(No.40まくら木)の左レールには継目がある。

- (3) 17k146m～228m付近の右レールの右側に安全レールが敷設されている。

- (4) 17k178m（円曲線始点）～212m（円曲線終点）付近は設計曲線半径160mの左曲線であり、同曲線を挟んで、17k149mに緩和曲線始点が、17k246mに緩和曲線終点がある。

この円曲線では、カント45mm及びスラック15mmが設定され、これらは緩和曲線区間で逡減されている。

- (5) 17k150m～230m付近は上り勾配5%である。
- (6) 17k187m～228m付近にまくら木は64本（No.16～No.79まくら木）敷設されており、これらは木製（木まくら木）であるが、各まくら木の敷設時期は不明である。なお、同社の本線における木まくら木の使用率は約24%である。

上記の区間では、37kg及び40kgNレール用タイプレートが敷設されており、タイプレート1枚当たり2～4本の犬くぎによってレールはまくら木に締結されている。ただし、No.33及びNo.34まくら木（17k197m～198m付近）の右タイプレートはなかった。

（付図3 事故現場略図、付図4 軌道の状況 参照）

2.3.2.3 定期検査に関する情報

(1) 軌道変位に関する情報

「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、同社が北陸信越運輸局長へ届け出ている「軌道実施基準」の軌間変位、水準変位、通り変位及び5m平面性変位¹の整備基準値は表1のとおりである。なお、同社における軌道変位の定期検査の基準期間は1年である。

表1 整備基準値

変位	整備基準値
軌間	-6～+18mm
水準	±15mm
通り	±15mm
5m平面性	±23mm

同社によれば、平成19年度までは、軌道検測車で測定を行っており、その結果が整備基準値を超えている可能性がある箇所について、手検測による

¹ 「平面性変位」とは、レールの長さ方向の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。2点間の距離が5mであれば5m平面性変位という。なお、本文中では、右前方が上がる向きにねじれている場合の平面性変位を正の値としている。

再測定を行い、再測定結果が整備基準値を超えている場合には軌道の整備を行うこととしていた。なお、平成20年度以降は可搬式軌道変位計測装置で測定することとしている。

中加積駅付近における直近の軌道変位の測定は、平成19年10月11日に定期検査として軌道検測車により行われ、測定結果として出力された記録紙を保存していた。記録紙には、測定値が整備基準値を超えている可能性が示されていたが、測定値と整備基準値を比較するような測定結果の整理は行われておらず、また手検測による再測定及び軌道の整備は行われていなかった。

本事故発生後に上記の測定結果を17k185m～220m付近について整理したところ、付図5に示すように、軌間²については、17k190m付近で約1105mm（軌間変位は約+23mm）、水準³については、17k220m付近で約50mm（水準変位は約+16mm。右レールが高い場合を正の値とする。）、及び右レールの通り⁴については、17k195m～210m付近で約36～52mm（通り変位は約-26～-42mm）となり、それぞれ整備基準値を超えていた。なお、5m平面性変位については、整備基準値内であった。また、上記の定期検査から本事故発生までの間に、同区間において道床のつき固めの作業は行われておらず、(2)で後述するようなまくら木の交換が行われていた。

(2) 軌道部材に関する情報

同社の「軌道実施基準」では、まくら木及びこれに付属する締結装置について、損傷、腐食、緩み等の保守及び材料状態の定期検査を行うこととしている。なお、同社におけるまくら木及びこれに付属する締結装置の定期検査の基準期間は1年である。

同社によれば、中加積駅付近のまくら木検査は平成19年10月26日に行われたが、検査記録はなかった。

平成19年度の100mごとのまくら木交換数は記録されており、17k100mから17k200mまでの間では20本、17k200mから17k300mまでの間では6本であった。また、この交換は平成19年12月14日に行われていたが、交換後の軌道変位の記録はなかった。

また、犬くぎ、タイププレートなどのまくら木に付属する締結装置の検査記

² ここでいう「軌間」とは、左右レール頭部軌間内側面間の距離であり、設計スラックを含んでいる。

³ ここでいう「水準」とは、左右レールの高さの差であり、設計カントを含んでいる。

⁴ ここでいう「通り」とは、長さ10mの糸をレールの軌間内側面に張ったときのその糸の中央部とレールとの距離（10m弦正矢）であり、曲線においては、曲線半径による正矢量（線形による分）を含んでいる。

録はなかった。

(3) 線路巡視に関する情報

同社の「軌道実施基準」では、本線路の巡視は5日に1回以上、徒歩又は列車添乗等により行うこととしているが、事故現場付近の直近の巡視として、平成20年9月25日に16k500m～22k000mの徒歩巡視を行っており、巡視の結果は「異常なし」であった。なお、同日の巡検目標⁵は、高低、通り、道床及び線路標であった。

また、事故現場付近でまくら木が巡検目標となっていたのは、直近では平成20年5月2日であり、犬くぎが巡検目標となっていたのは、直近では平成20年4月30日であった。これらの巡視の結果については、その項目に関する記載はなかった。一方、過去1年間に、タイプレートは巡検目標になっていなかった。

(付図5 17k185m～220m付近の軌道変位等の状況 参照)

2.3.2.4 本事故発生後の状況に関する情報

(1) 軌道変位の測定結果

本事故発生後に、本件列車が脱線したままの状態、17k187m～217m付近の0.5m間隔の軌間、水準等を手検測により同社が測定した。

その結果、付図5に示すように、軌間については、17k191m～199m付近で約1101～1107mm（軌間変位は約+19～+25mm）、及び17k207m～217m付近で約1101～1115mm（軌間変位は約+19～+35mm）となり、整備基準値を超えていた。

また、右レールの通りについては、17k187m～214m付近を測定したところ、17k187m～190m付近で約100～106mm（通り変位は約+22～+28mm）、17k193m～209m付近で約44～61mm（通り変位は約-17～-34mm）、及び17k213m～214m付近で約57～60mm（通り変位は約-16mm）となり、整備基準値を超えていた。

水準変位及び5m平面性変位は整備基準値内であった。

(2) 中加積駅構内通路付近の軌道に関する情報

① No. 24、No. 25、No. 26及びNo. 28まくら木の右レール左側並びにNo. 24及びNo. 25まくら木の右レール右側の犬くぎ計6本は折損しており、破断面全体に錆が認められた。

⁵ ここでいう「巡検目標」とは、巡視時に特に注意を払う項目のことであり、同社が巡視ごとに定めている。

- ② No. 23及びNo. 27まくら木の右レール左側、No. 27まくら木の右レール右側、No. 23、No. 27及びNo. 28まくら木の左レール右側並びにNo. 27及びNo. 28まくら木の左レール左側の犬くぎ計8本は手で抜けるような状態であった。ただし、中加積駅構内通路の敷板のため、No. 22～No. 26まくら木の左レール左側の犬くぎの状態を確認することはできなかった。
- ③ まくら木には、本事故発生前から形成されていたと見られる左右タイプレートの食い込み、及び左右タイププレートが軌間外側へ移動したと見られる痕跡があり、No. 25まくら木（17k192m付近）には右タイププレートが右へ約12mm移動して戻ったと見られる痕跡があった。
- ④ No. 22～No. 28まくら木（17k190m～194m付近）を同社が取り外したところ、これらは腐朽しており、特にNo. 27まくら木（17k193m付近）の腐朽は著しかった。なお、このとき、同社はこれらのまくら木における犬くぎの状態を確認していないとのことであった。
- ⑤ 右レールのゲージコーナ⁶の摩耗量を同社が測定したところ、摩耗量の最大値は約8mmであり、同社のレール交換限度（12mm）内であった。一方、左レールは頭頂面にほぼ平行に摩耗しており、ゲージコーナはほぼ直角になっていた。

（付図5 17k185m～220m付近の軌道変位等の状況、付図6 中加積駅構内通路付近の犬くぎの状況、写真1 中加積駅構内通路付近のまくら木の状況、写真2 No. 25まくら木の右タイププレートの状況 参照）

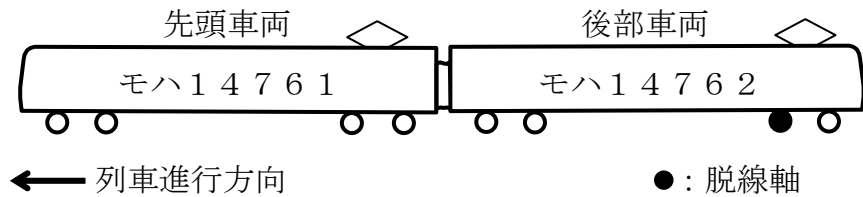
2.3.3 車両

(1) 概要

車種	直流電車（1,500V）
編成両数	2両
編成定員	222名（座席定員88名）
軸距	2.1m
台車中心間距離	12.8m
車輪幅	125mm

⁶ 「ゲージコーナ」とは、敷設されたレールの頭部の軌間内側の部分をいう。

記 号 番 号



(2) 検査履歴

本件列車に係る直近の検査履歴は、表2のとおりである。これらの検査記録に異常は認められなかった。

表2 検査履歴

検査の種類	実施日
重要部検査	平成17年12月20日
月検査	平成20年9月10日
列車検査	平成20年9月28日

(3) 定期検査時の状況

① 車輪内面距離

直近の月検査時の測定記録によれば、本件列車の全軸の車輪内面距離は、約990～992mmであり、同社の管理値（989～994mm）内であった。

② 車輪一对の中心線よりフランジ外面までの距離

直近の月検査時の測定記録によれば、本件列車の全軸の車輪一对の中心線よりフランジ外面までの距離（以下「フランジ外面距離」という。）は、約523～524mmであり、同社の管理値（517～527mm）内であった。

③ 静止輪重比⁷

直近の重要部検査時の静止輪重測定記録によれば、本件列車の右車輪の静止輪重比は、表3のとおりであり、いずれも同社の管理値（0.90以上1.10以下）内であった。

なお、左車輪の静止輪重比は、2から右車輪の静止輪重比（表3の値）を減じた値となる。

⁷ 「静止輪重比」とは、1軸の輪軸に対し、片側の車輪の輪重をその軸の平均輪重で除した値をいう。

表3 直近の重要部検査時の静止輪重比（右車輪）

車 両	前 台 車		後 台 車	
	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
先頭車両	0.989	1.011	1.042	0.989
後部車両	0.925	0.917	1.041	1.000

(4) 本事故発生後の状況

① 車輪内面距離

本事故発生後に同社が測定した本件列車の全軸の車輪内面距離は、約991～993mmであり、同社の管理値（989～994mm）内であった。

② フランジ外面距離

本事故発生後に同社が測定した本件列車の全軸のフランジ外面距離は、約523～525mmであり、同社の管理値（517～527mm）内であった。

車輪内面距離及びフランジ外面距離からフランジ厚さ（（フランジ厚さ）＝（フランジ外面距離）－（車輪内面距離）／2）を求めると、約27～29mmであった。

本事故発生後の車輪内面距離、フランジ外面距離及びフランジ厚さは表4のとおりである。

表4 輪軸の各寸法 (mm)

車両	台車	車軸	車輪	車輪 内面距離	フランジ 外面距離	フランジ 厚さ
先頭 車両	前 台 車	第1軸	右車輪	991.5	524.0	28.3
			左車輪		523.0	27.3
		第2軸	右車輪	992.3	524.0	27.9
			左車輪		523.5	27.4
	後 台 車	第1軸	右車輪	991.0	523.8	28.3
			左車輪		523.0	27.5
第2軸		右車輪	990.5	524.5	29.3	
		左車輪		523.8	28.6	
後部 車両	前 台 車	第1軸	右車輪	991.5	523.0	27.3
			左車輪		523.3	27.6
		第2軸	右車輪	992.5	523.7	27.5
			左車輪		523.5	27.3
	後 台 車	第1軸	右車輪	991.0	523.3	27.8
			左車輪		523.3	27.8
		第2軸	右車輪	991.0	523.5	28.0
			左車輪		523.5	28.0

2.4 鉄道施設及び車両の損傷及び痕跡に関する情報

2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

- (1) 17k193m～228m付近の左レール頭部右側面に、車輪によると見られる痕跡があった。
- (2) 17k196m付近から17k218m付近までの間の左レール底部右側上面に車輪によると見られる痕跡があった。
- (3) 17k202m (No. 40まくら木)、17k212m (No. 55まくら木) 及び17k222m (No. 70まくら木) 付近の左レール右側の継目板に打痕が見られ、17k202m (No. 40まくら木) 付近の左レール継目板締結ボルト2本及び17k212m (No. 55まくら木) 付近の左レール継目板締結ボルト3本が折損していた。
- (4) 17k228m付近の第二中加積踏切道の接続軌道ブロック舗装に打痕が見られ、同位置の左レールに車輪によると見られる痕跡があった。
- (5) 右レール左側の犬くぎの抜き上がり量を測定したところ、No. 29～No.

77まくら木（17k195m～226m付近）において、犬くぎ54本中47本が20mm以上であり、その最も手前のNo.29まくら木（17k195m付近）で約25mm、No.48まくら木（17k207m付近）で最大値の約62mmとなっていた。犬くぎの抜き上がり量を付図7に示す。

No.29～No.77まくら木（17k195m～226m付近）において、右レール左側の犬くぎ54本中25本は、手で抜けるような状態であった。（付図3 事故現場略図、付図4 軌道の状況、付図7 右レール左側の犬くぎの抜き上がり量 参照）

2.4.2 車両の損傷及び痕跡の状況

- (1) 先頭車両後台車、後部車両前台車及び後部車両後台車において、第1軸左車輪外側面に擦傷が見られた。
 - (2) 後部車両前台車の第1軸ギヤ・ケース下面に打痕が見られた。
 - (3) 先頭車両後台車、後部車両前台車及び後部車両後台車の左空気ばねパンク表示板付近並びに各台車に対する車体側左異常上昇止めに打痕が見られた。
- （写真3 車両の損傷及び痕跡の状況（その1）、（その2） 参照）

2.5 乗務員に関する情報

運転士 男性 36歳

甲種電気車運転免許

平成5年7月12日

2.6 気象に関する情報

当時の事故現場付近の天気 晴れ

3 分析

3.1 車両に関する分析

3.1.1 車両の状況に関する分析

2.1に記述した運転士の口述及び2.3.3(2)～(4)の記述から、本件列車の車両に脱線の要因となるような異常はなかったものと推定される。

3.1.2 脱線車輪に関する分析

脱線車輪については、

- (1) 2.4.2(1)に記述したように、先頭車両後台車、後部車両前台車及び後部車

両後台車において、第1軸左車輪外側面に擦傷が見られたこと

- (2) 2.4.1(1)に記述したように、17k193m～228m付近の左レール頭部右側面に、車輪によると見られる痕跡があったこと
- (3) 2.4.1(2)に記述したように、17k196m付近から17k218m付近までの間の左レール底部右側上面に車輪によると見られる痕跡があったこと
- (4) 2.4.1(3)に記述したように、17k202m (No. 40まくら木)、17k212m (No. 55まくら木) 及び17k222m (No. 70まくら木) 付近の左レール右側の継目板に打痕が見られ、17k202m (No. 40まくら木) 付近の左レール継目板締結ボルト2本及び17k212m (No. 55まくら木) 付近の左レール継目板締結ボルト3本が折損していたこと
- (5) 2.4.2(3)に記述したように、先頭車両後台車、後部車両前台車及び後部車両後台車の左空気ばねパンク表示板付近並びに各台車に対する車体側左異常上昇止めに打痕が見られたことから、これら3台車と車体の相対的な変位が大きかったと考えられること

から、先頭車両後台車、後部車両前台車及び後部車両後台車の第1軸左車輪が脱線したものと考えられる。そのいずれかは17k193m付近で軌間内に落ち始め、17k196m付近で軌間内に脱線して、同車輪外側面を左レール頭部右側面に接触させながら走行したものと考えられるが、上記3車輪のそれぞれの脱線位置を明らかにすることはできなかった。

また、

- (1) 2.3.1(1)に記述したように、本件列車は先頭が17k256m付近に停止していたこと
- (2) 2.4.1(4)に記述したように、17k228m付近の第二中加積踏切道の接続軌道ブロック舗装に打痕が見られ、同位置の左レールに車輪によると見られる痕跡があったこと
- (3) 2.4.2(2)に記述したように、後部車両前台車の第1軸ギヤ・ケース下面に打痕が見られたこと

から、脱線した先頭車両後台車及び後部車両前台車の第1軸左車輪は、第二中加積踏切道を通ろうとしたときに接続軌道ブロック舗装に衝突してレール上に載り、本件列車停止時には、第二中加積踏切道に到達していない後部車両後台車の第1軸左車輪のみが軌間内に脱線していたものと考えられる。

3.2 軌道に関する分析

3.2.1 軌間拡大に関する分析

- (1) レールの軌間外側への移動に関する分析

2.3.2.4(2)①、②及び④に記述したように、中加積駅構内通路付近で犬くぎ計6本が折損しており、破断面全体に錆が認められたこと、犬くぎ計8本は手で抜けるような状態であったこと、及びNo. 22～No. 28まくら木（17k190m～194m付近）は腐朽していたことから、中加積駅構内通路付近の犬くぎの支持力は低下していたものと考えられる。このように犬くぎの支持力が低下したまくら木が連続していると、列車通過時の横圧により、レールの軌間外側への移動が大きくなることが考えられる。

2.3.2.4(2)③に記述したように、No. 25まくら木（17k192m付近）には右タイププレートが右へ約12mm移動して戻ったと見られる痕跡があったこと、及び内軌（左）車輪の横圧により左タイププレートも軌間外側へ移動することを考慮すると、犬くぎの支持力の低下していた中加積駅構内通路付近においては、列車通過時の左右のレールの軌間外側への移動量の和は12mm以上だった可能性があると考えられる。

(2) レールの小返りに関する分析

レールに車輪からの横圧が作用すると、レール頭部上面が軌間外側に押されるため、レールが傾くこと（小返り）が考えられる。タイププレートのまくら木への食い込み、及び犬くぎの抜き上がりによって、小返りが発生するものと考えられる。

2.4.1(5)に記述したように、No. 29～No. 77まくら木（17k195m～226m付近）において、右レール左側の犬くぎの抜き上がり量は54本中47本が20mm以上であったことから、右レール底面の右端部を中心に回転して犬くぎの抜き上がりが発生すると仮定すると、小返りによる軌間の拡大量 y は次式により概算できる。

$$y = 2 \sin\left(\frac{\theta}{2} + \alpha\right) \cdot \cos\left(90 - \frac{\theta}{2}\right) \cdot \sqrt{h^2 + \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right)^2}$$

ここで、

$$\sin \alpha = \frac{h}{L} \quad , \quad \sin \theta = \frac{x}{S_1} \quad , \quad L = \sqrt{h^2 + \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right)^2}$$

S_1 : レールの底部幅

S_2 : レールの頭部幅

h : レールの高さ

x : 犬くぎの抜き上がり量

2.4.1(5)に記述したように、No. 29まくら木(17k195m付近)の右レール左側の犬くぎの抜き上がり量は約25mmであり、上式を用いてNo. 29まくら木での小返りによる軌間の拡大量を求めると、約27mmとなる。

(3) 軌間拡大と輪軸の位置関係に関する分析

本事故発生後に測定した各位置での軌間に、レールの軌間外側への移動量及び各まくら木での犬くぎの抜き上がり量から求めた小返りによる軌間の拡大量を加えたものが、列車通過時に拡大した軌間と考えられる。(1)に記述したNo. 25まくら木でのレールの移動量から、すべてのまくら木において、レールの軌間外側への移動量を12mm(一定)と仮定したときの概算結果を付図9に示す。ただし、実際に拡大した軌間は列車進行方向に滑らかに変化していたものと考えられる。

ここで、2.3.3(4)の表4に記述したように、本事故発生後の本件列車の車輪内面距離(約991~993mm)、車輪幅(125mm)及びフランジ厚さ(約27~29mm)の和は約1144~1145mmであることから、1144mmより軌間が拡大すると、車輪は軌間内に脱線する可能性があると考えられる。

付図9から、拡大した軌間が1144mmを超えるのは、軌間変位が大きいNo. 29まくら木付近(17k195m付近)の先であり、レールの軌間外側への移動量がさらに大きい場合、又は犬くぎの抜き上がり量から概算される小返りよりも大きな小返りが発生した場合には、その手前から軌間内に脱線する可能性があると考えられる。

(付図8 小返りと軌間の拡大量の関係、付図9 軌間拡大の概略図 参照)

3.2.2 保守管理に関する分析

(1) 犬くぎ、まくら木等

本事故発生前におけるレールの軌間外側への移動及び小返りは、列車通過時の繰り返し負荷により、徐々に増加していったものと考えられる。しかしながら、2.3.2.3(2)に記述したように、まくら木及びこれに付属する締結装置についての検査記録はなく、また2.3.2.3(3)に記述したように、まくら木、犬くぎ及びタイプレートは平成20年9月25日の巡検目標になっていなかった。このように、同社は犬くぎの支持力、犬くぎの抜き上がり量、まくら木の状態等を定期的に記録しておらず、レールの軌間外側への移動及び小返りの状態を本事故発生前に把握できていなかったものと考えられ、同社の軌道の保守管理が適切に行われていなかったものと考えられる。

また、2.3.2.4(2)④に記述したように、中加積駅構内通路付近のNo. 22

～No. 28まくら木が腐朽していたままだったのは、中加積駅構内通路の敷板があったため、犬くぎの支持力、まくら木の状態等を定期検査で把握しづらかったことが関与したものと考えられるが、犬くぎの支持力の低下やまくら木の腐朽は、脱線事故につながる危険性が著しいので、敷板があるような箇所においても検査を確実に行うべきである。

(2) 軌道変位

2.3.2.4(1)に記述したように、本事故発生後の軌道変位の測定結果は、17k191m～199m付近で軌間変位は約+19～+25mm、17k187m～190m付近で右レールの通り変位は約+22～+28mm等となって、整備基準値を超えていた。軌間変位が大きい区間で、3.2.1に記述したような軌間拡大が発生すると、軌間内へ脱線する可能性が増すものと考えられる。

また、

- ① 2.3.2.3(1)に記述したように、平成19年10月11日の軌道検測車による軌道変位の定期検査時に出力された記録紙には、測定値が整備基準値を超えている可能性が示されていたが、測定結果の整理を行っておらず、手検測による再測定及び軌道の整備は行われていなかったこと
- ② 2.3.2.3(2)に記述したように、平成19年12月14日に行われたまくら木交換後の軌道変位の記録がなかったことから、同社の軌道の保守管理が適切に行われていなかったものと考えられる。

3.3 脱線に関する分析

3.1.2及び3.2.1に記述したことから、本件列車が犬くぎの支持力が低下していた区間を通過する際に、レールの軌間外側への移動及び小返りによる軌間拡大が発生し、先頭車両後台車、後部車両前台車及び後部車両後台車の第1軸左車輪のいずれかが17k193m付近で軌間内に落ち始め、17k196m付近で脱線したものと推定される。その後、車輪は左右レールを軌間外側に押しつけて軌間を拡大させながら走行したものと考えられる。

犬くぎの支持力が低下していた区間があったのは、3.2.2に記述したように、犬くぎの支持力、犬くぎの抜き上がり量、まくら木の状態、軌道変位等を把握する軌道の保守管理が適切に行われていなかったことによるものと考えられる。

3.4 再発防止等に関する分析

3.2に記述したような検査記録の不備及び測定結果の未整理によって、軌道の状態を適正に把握することができなくなり、それを放置したことにより今回のような脱線

事故につながったものと考えられる。したがって、同社は軌道の保守管理体制の確立を図り、定期検査等を確実にを行うとともに、検査の測定結果を整理し、これを確実に保存及び活用して、必要な場合には速やかに整備するなど、軌道の保守管理を適切に行うべきである。

また、国土交通省は、鉄道輸送の安全の確保を図る観点から、本事故のように犬くぎの支持力が低下していた区間における軌間拡大の防止について、鉄軌道事業者に対し、敷板によって犬くぎの支持力、まくら木の状態等が把握しづらい箇所においても、まくら木及びこれに付属する締結装置の定期検査等を確実にを行うよう指導の改善を図るべきである。さらに、検査記録の不備等により、軌道の状態を適正に把握せず放置したことが脱線事故につながったものと考えられることから、定期検査等の測定結果を整理し、これを確実に保存及び活用して、軌道の保守管理を適切に行うよう指導するべきである。

4 原因

本事故は、本件列車が犬くぎの支持力が低下していた区間を通過する際に、レールの軌間外側への移動及び小返りによる軌間拡大が発生したため、左車輪が軌間内に脱線したことによるものと推定される。

犬くぎの支持力が低下していた区間があったのは、犬くぎ及びまくら木の状態、軌道変位等を把握する軌道の保守管理が適切に行われていなかったことによるものと考えられる。

5 参考事項

同社は、本事故発生後、次の再発防止対策を実施した。

- (1) 平成20年10月1日、No. 22～No. 30、No. 38、No. 45、No. 50、No. 51、No. 69及びNo. 71まくら木（計15本）を交換し、軌道の整備を行った。
また、No. 20まくら木から No. 68まくら木までの間にゲージタイ⁸7本を設置した。
- (2) 平成20年10月、同社の構内通路（全32箇所）におけるまくら木及び犬くぎの状態の点検及び保守を行った。

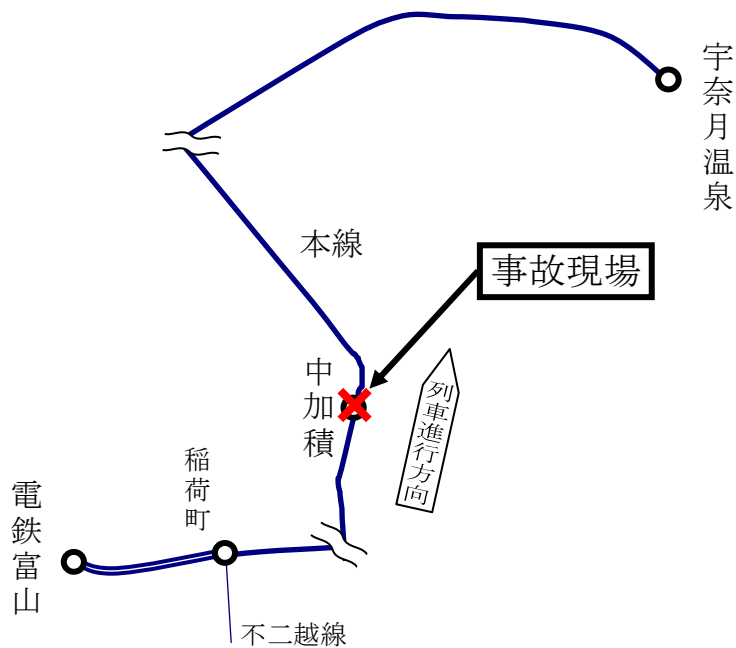
⁸ 「ゲージタイ」とは、軌間保持のため左右のレールをつなぐ棒状の金具のことである。

また、同社の敷板舗装踏切道（全123箇所）のうち、まくら木交換後5年以上経過した踏切道55箇所の敷板下におけるまくら木及び犬くぎの状態の点検を行った。

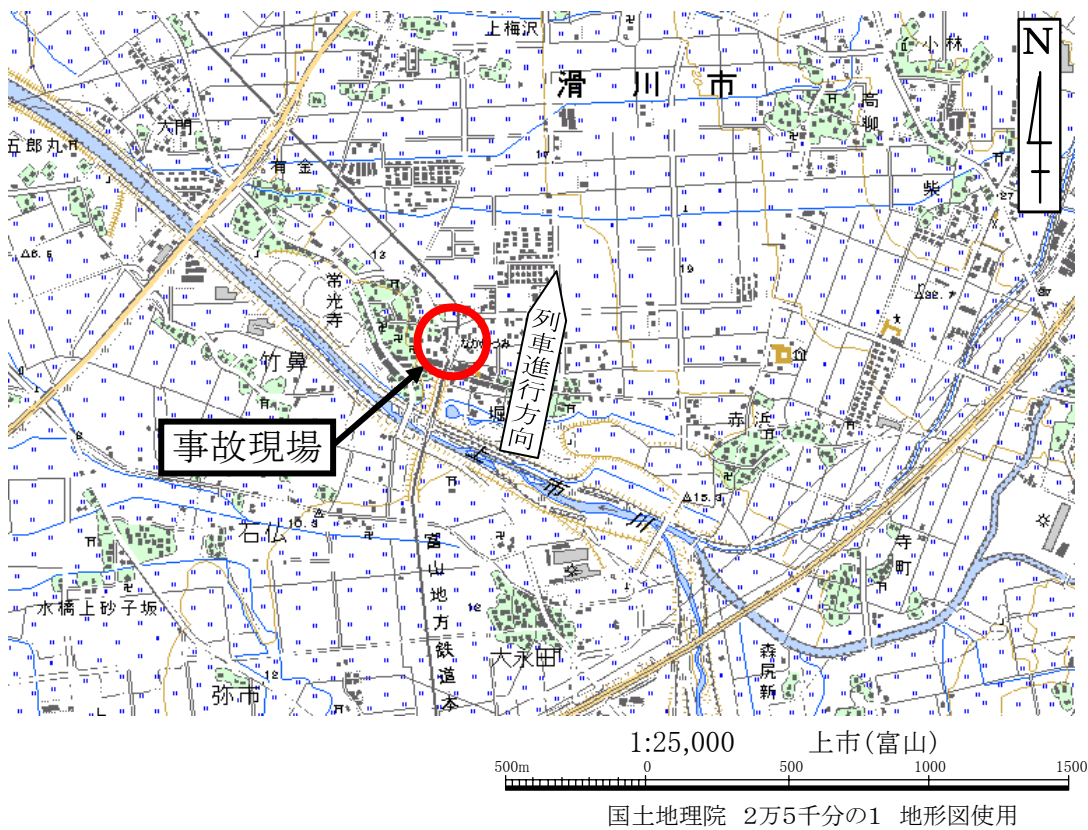
- (3) 平成21年3月、まくら木及びこれに付属する締結装置並びに軌道変位等の検査について、検査方法、記録様式、実施時期等を改めて策定し、管理体制を構築した。

付図1 本線路線図

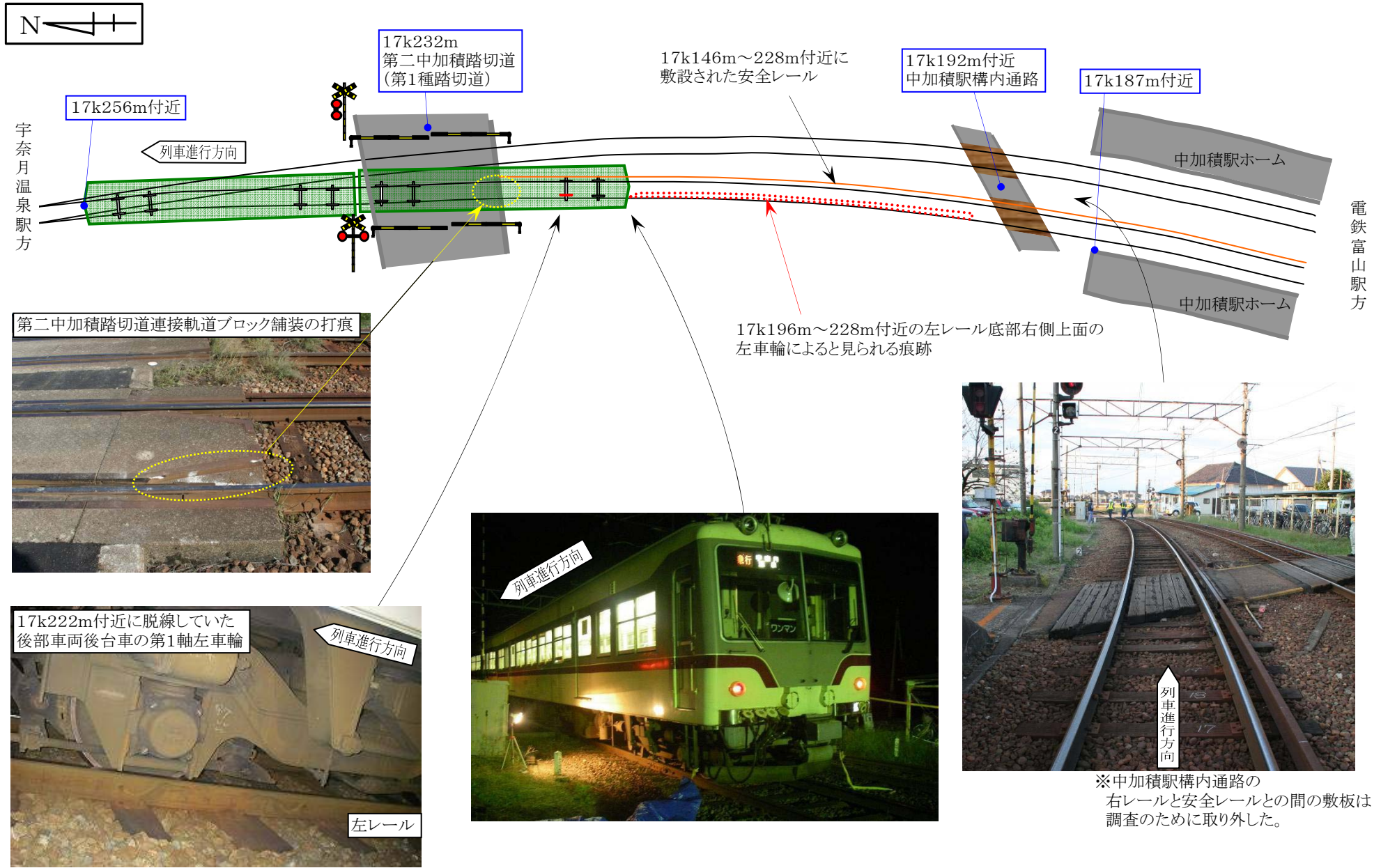
本線 電鉄富山駅～宇奈月温泉駅間 53.3km (単複線)



付図2 事故現場付近の地形図



付図3 事故現場略図

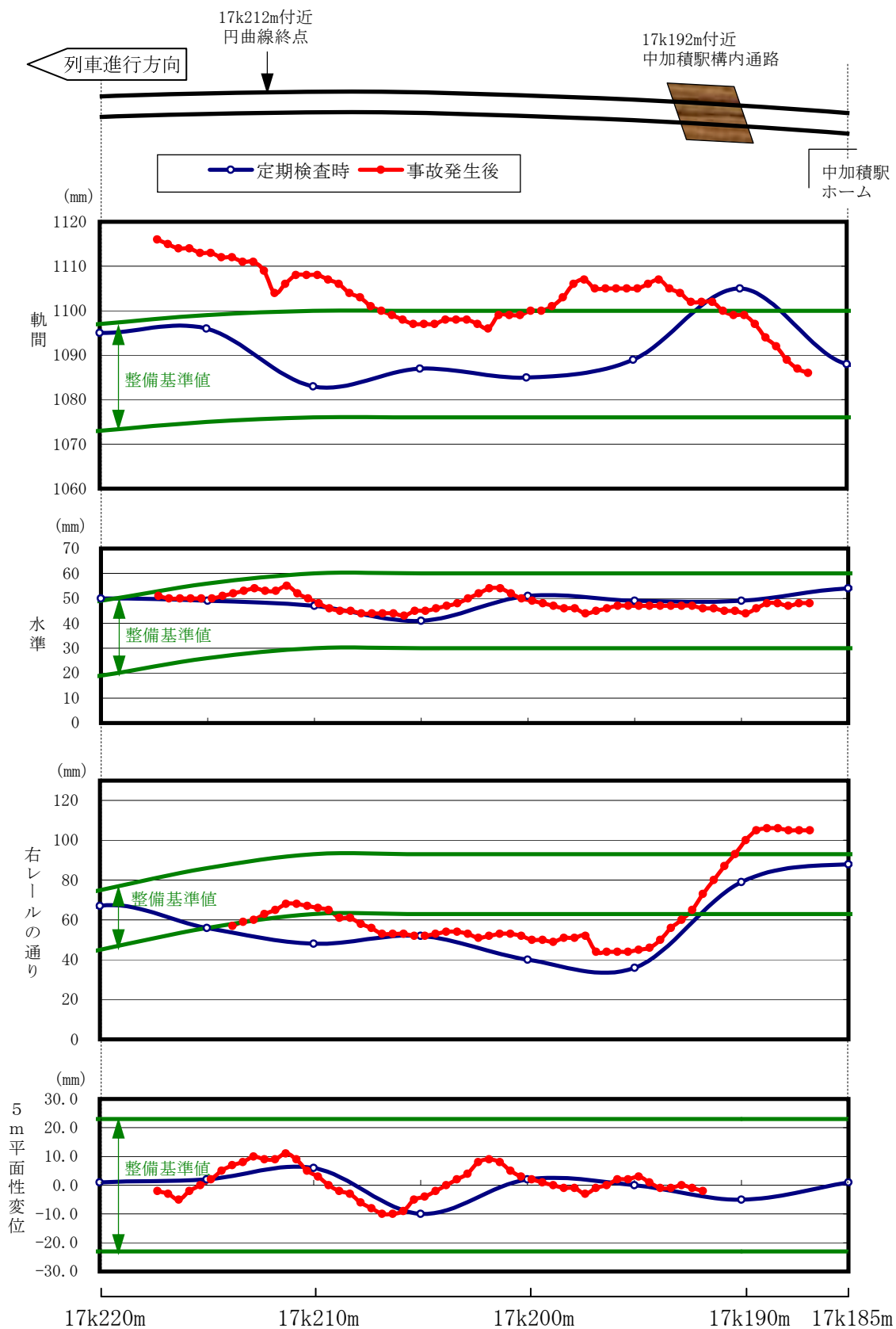


付図4 軌道の状況

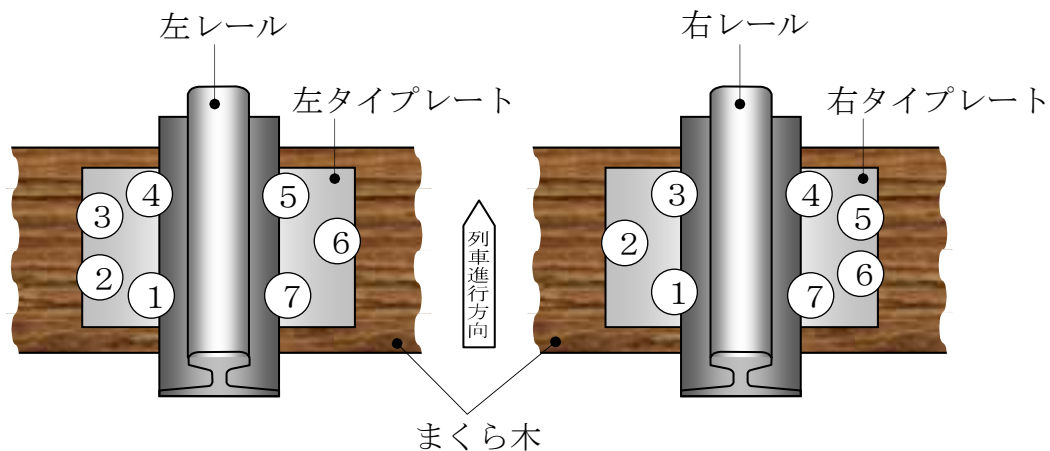


- ┃ : 継目板
- : 敷板のため、状態を確認できなかった犬くぎの位置
- ✖ : 手で抜けるような状態の犬くぎの位置
- ★ : 折損していた犬くぎの位置
- : 車輪によると見られる痕跡及び打痕

付図5 17k185m～220m付近の軌道変位等の状況



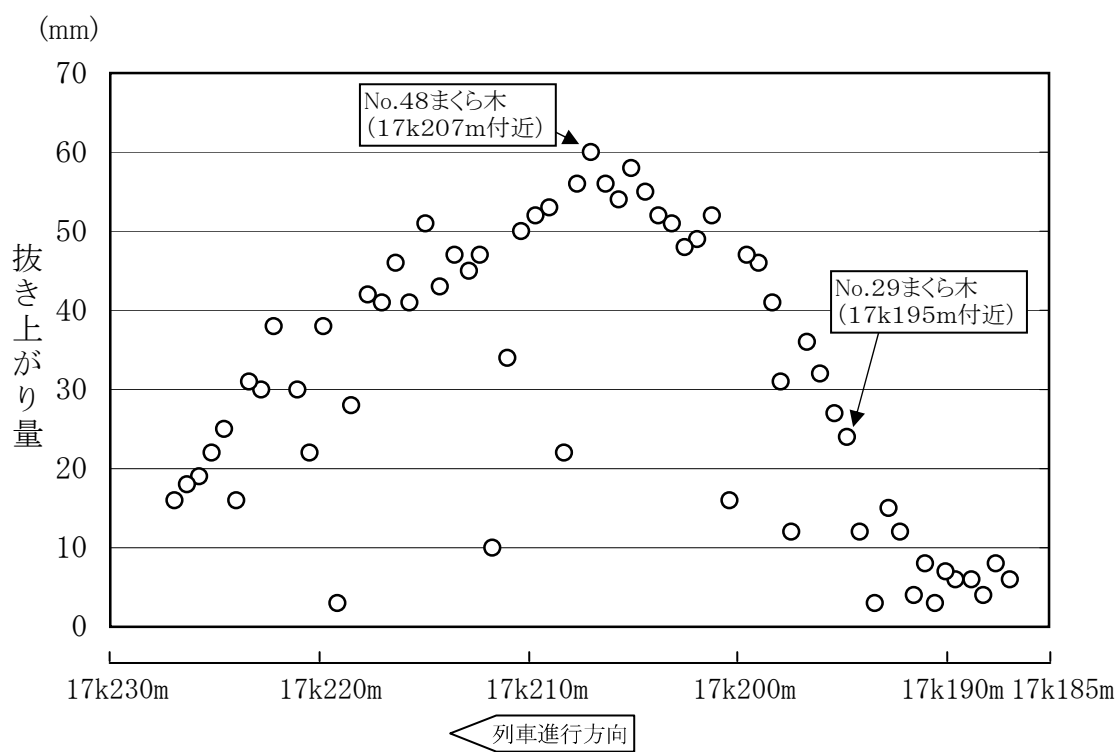
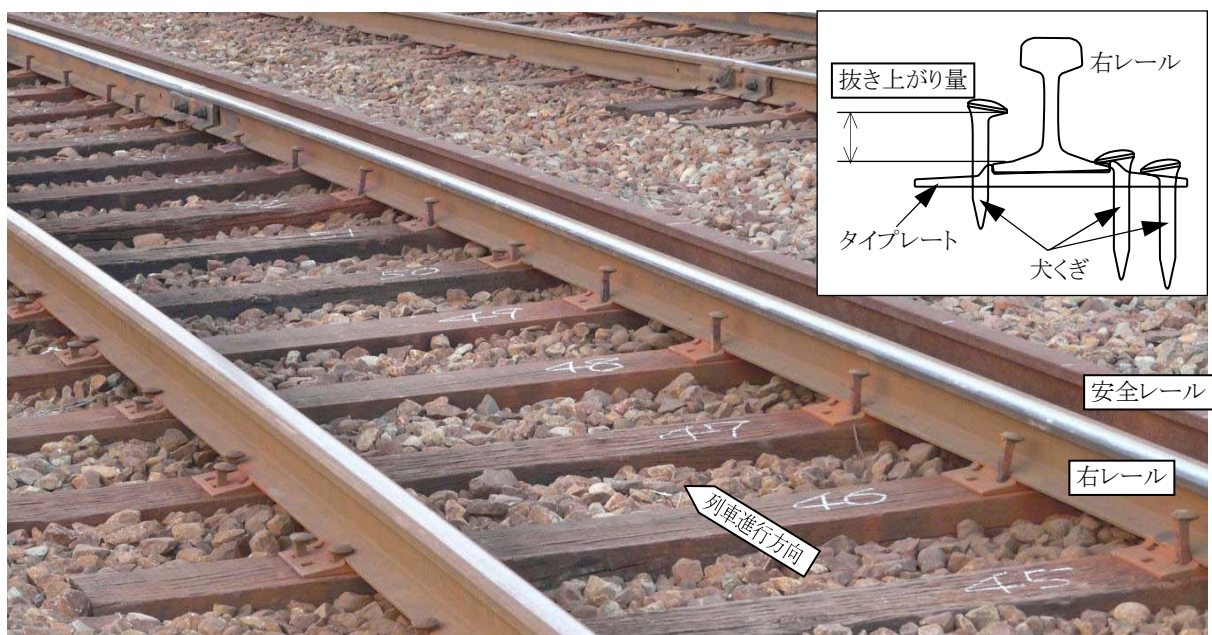
付図6 中加積駅構内通路付近の犬くぎの状況



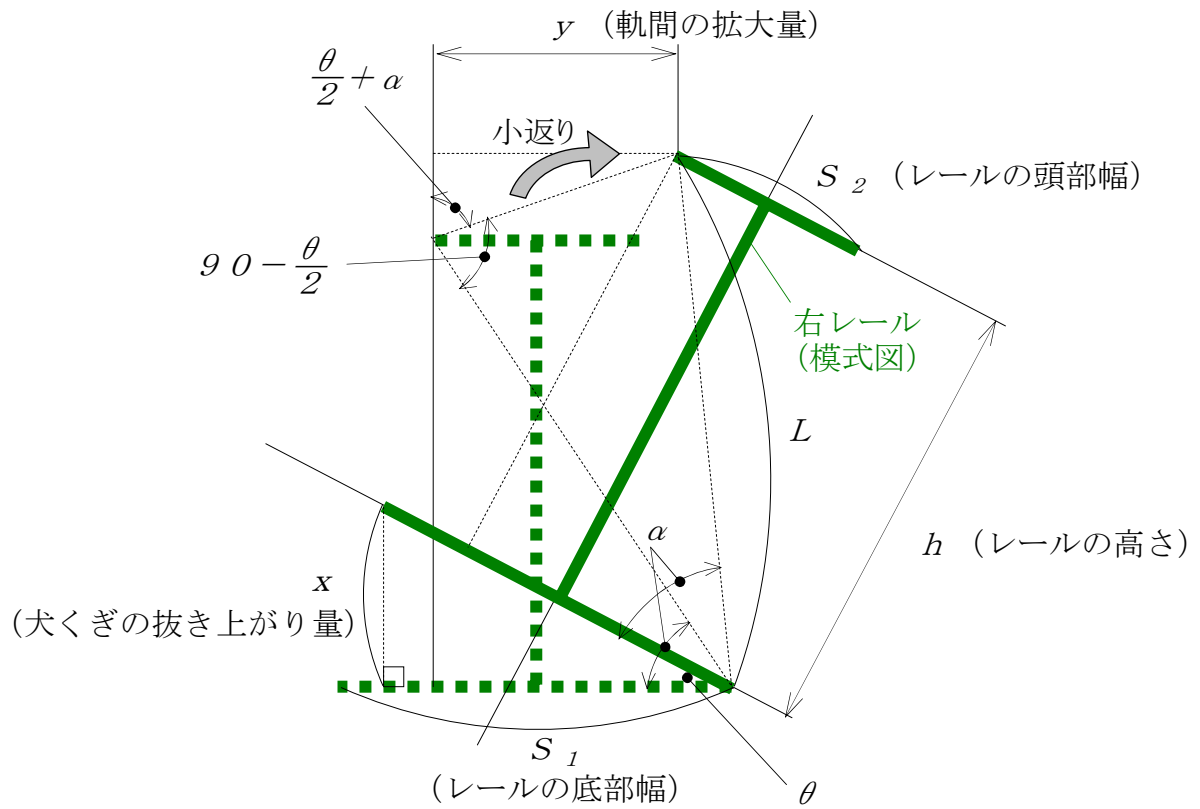
まくら木 番号	左タイププレート犬くぎ位置							右タイププレート犬くぎ位置						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
29	/	○	/	○	/	/	○	○	/	/	○	/	○	/
28	/	/	/	×	/	/	×	★	/	/	○	/	/	/
27	-	-	-	×	/	/	×	×	/	/	×	/	/	/
26	-	-	-	-	/	/	○	★	/	/	○	/	/	/
25	-	-	-	-	/	/	○	★	/	/	★	/	/	/
24	-	-	-	-	/	/	○	★	/	/	★	/	/	/
23	-	-	-	-	/	/	×	×	/	/	○	/	/	/
22	-	-	-	-	/	/	○	○	/	/	○	/	/	/

- : 触手による確認では異常がなかった犬くぎ
- : 敷板のため、状態を確認できなかった犬くぎ
- ×
- ★ : 折損していた犬くぎ
- / : 犬くぎなし

付図7 右レール左側の犬くぎの抜き上がり量



付図8 小返りと軌間の拡大量の関係



付図9 軌間拡大の概略図

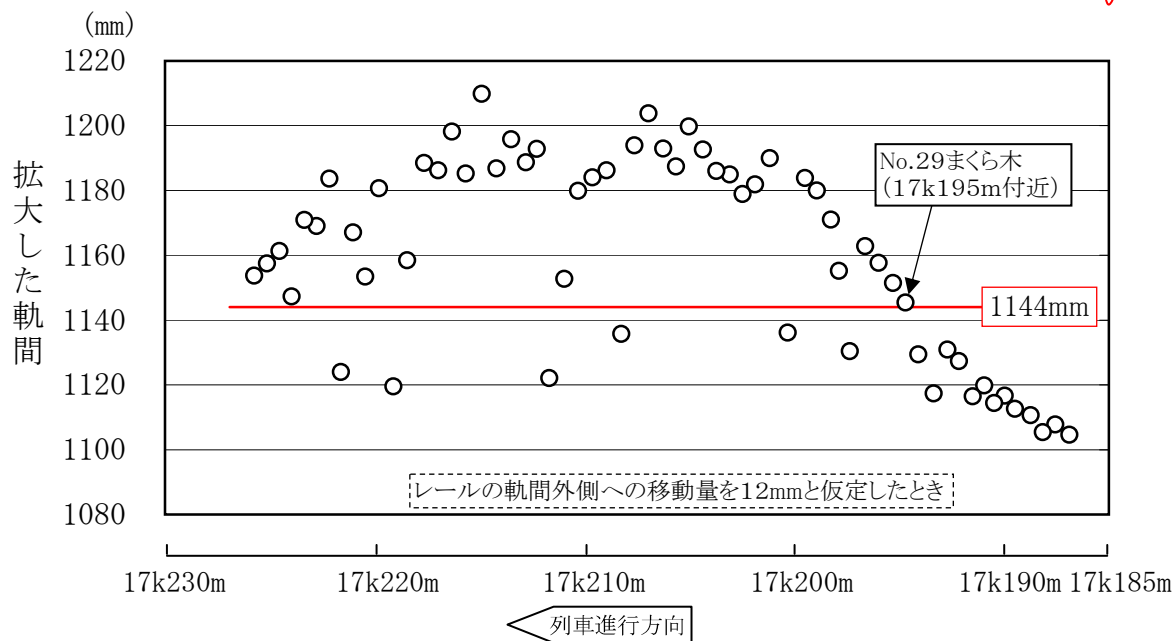
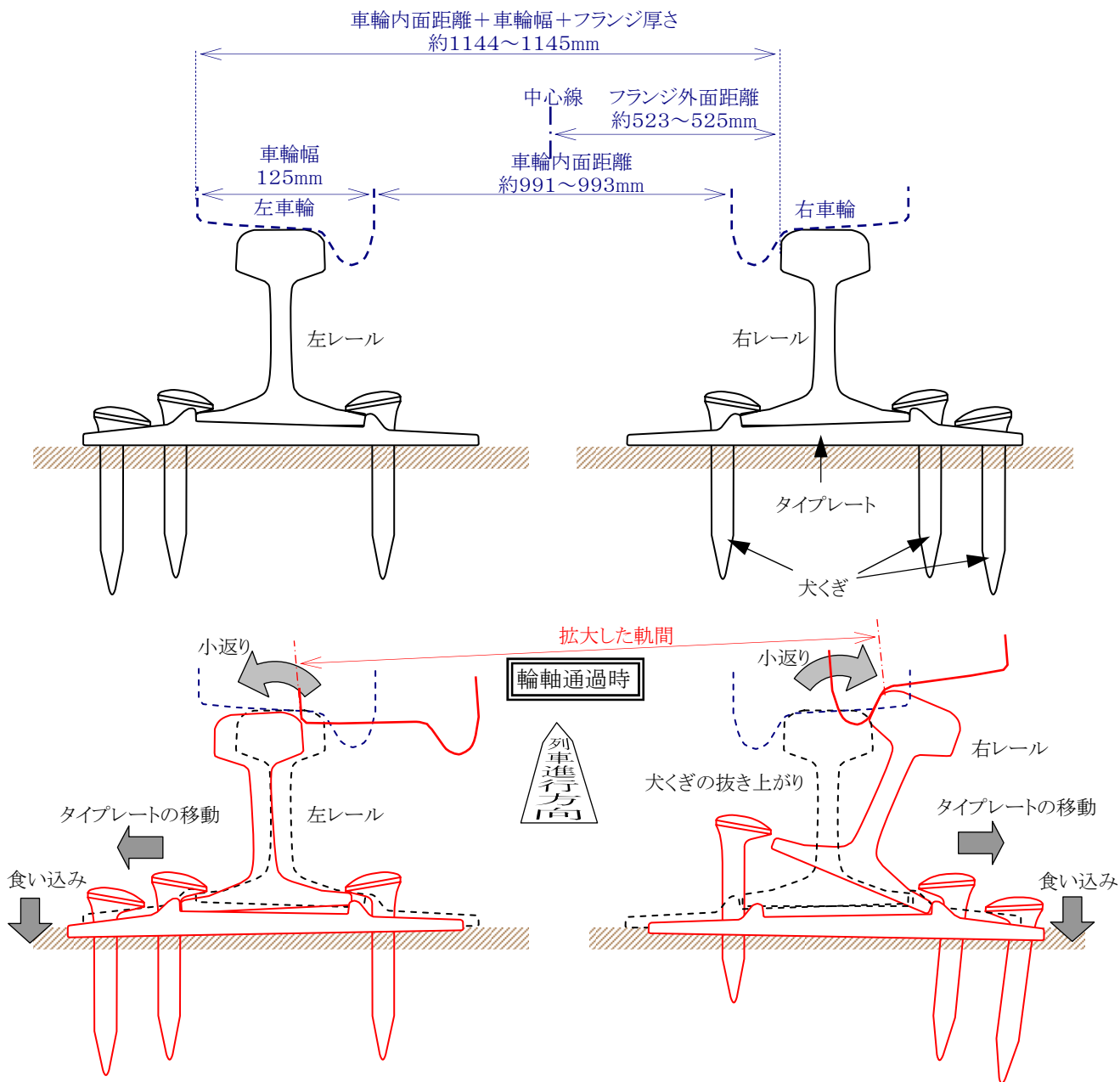


写真1 中加積駅構内通路付近のまくら木の状況

(取り外し後に別場所で撮影)

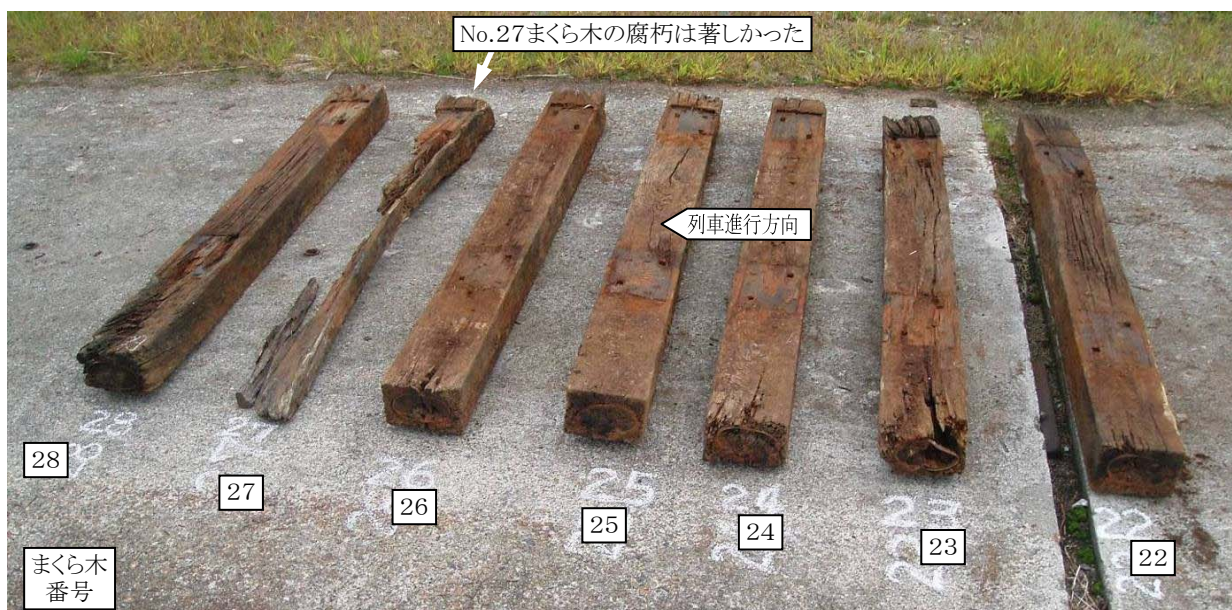
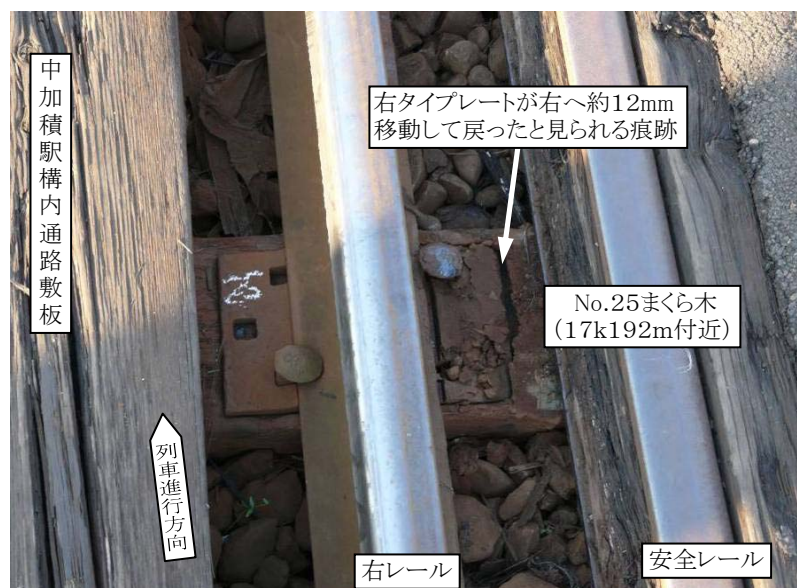


写真2 No. 25まくら木の右タイプレートの状況



※中加積駅構内通路の
右レールと安全レールとの間の敷板は
調査のために取り外した。

写真3 車両の損傷及び痕跡の状況（その1）

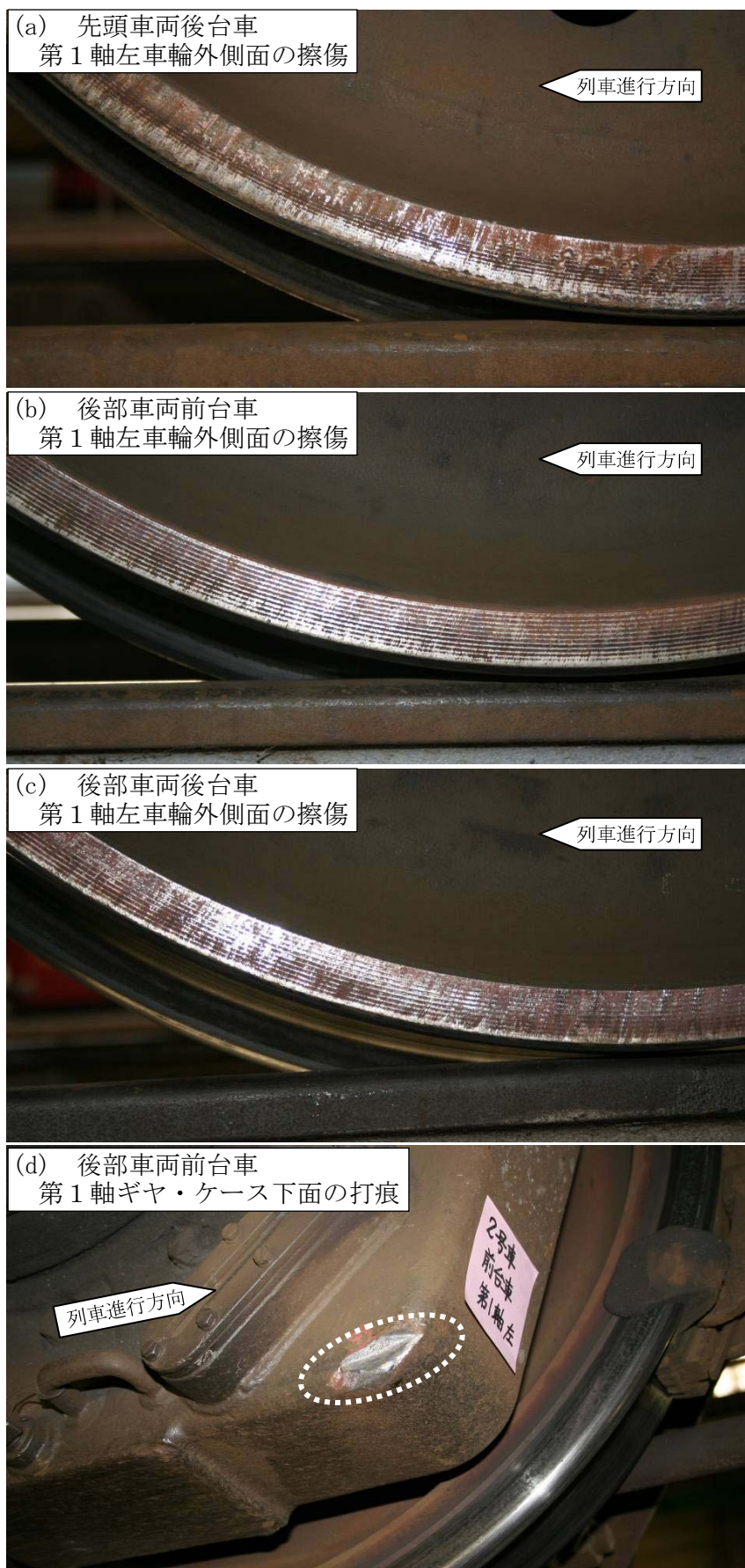
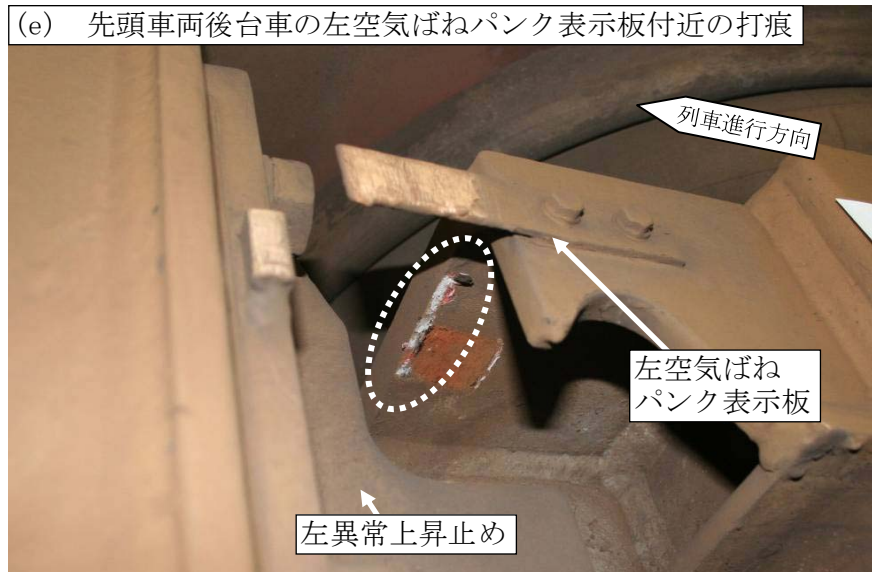
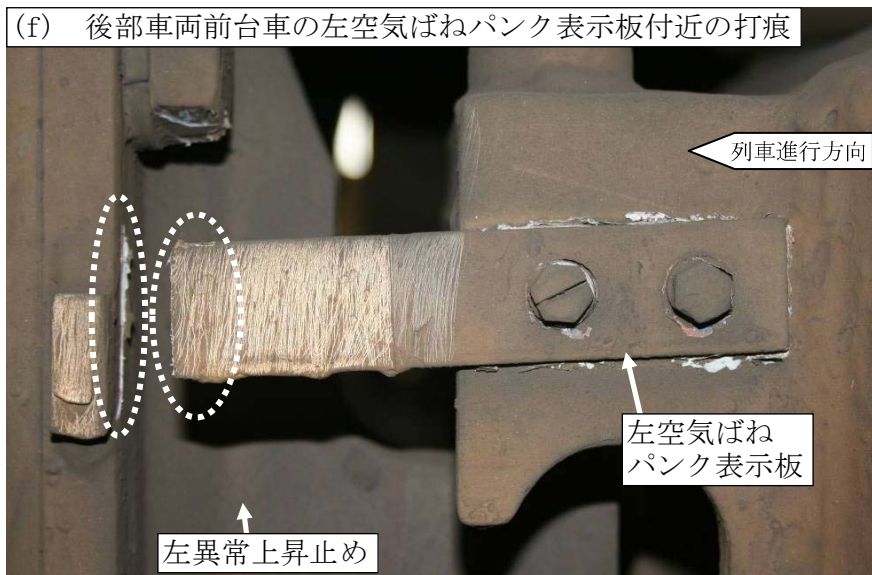


写真3 車両の損傷及び痕跡の状況（その2）

(e) 先頭車両後台車の左空気ばねパンク表示板付近の打痕



(f) 後部車両前台車の左空気ばねパンク表示板付近の打痕



(g) 後部車両後台車の左空気ばねパンク表示板付近の打痕

