

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 東日本旅客鉄道株式会社 上越線越後川口駅～小千谷駅間 列車脱線事故

II 北海道旅客鉄道株式会社 函館線深川駅～妹背牛駅間 列車脱線事故

平成23年 3 月 2 5 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」

Ⅱ 北海道旅客鉄道株式会社 函館線深川駅～妹背牛駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：北海道旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故（踏切障害に伴うもの）

発生日時：平成22年1月29日 12時21分ごろ

発生場所：北海道深川市

函館線 深川駅～妹背牛駅間（複線）

深川6号線踏切道（第1種踏切道）

函館駅起点389k721m付近

平成23年2月28日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	松本陽（部会長）
委員	小豆澤照男
委員	石川敏行
委員	富井規雄
委員	岡村美好

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

北海道旅客鉄道株式会社の函館線旭川駅発札幌駅行き5両編成の上り特急第2024M（スーパーカムイ24号）は、平成22年1月29日（金）、深川駅を定刻（12時17分）より約1分遅れて出発した。

列車の運転士は直線区間を力行運転中、深川6号線踏切道に進行方向左側から進入する普通貨物自動車を認め、気笛を吹鳴して直ちに非常ブレーキを使用した。間に合わず普通貨物自動車と衝突し、同踏切道から約204m行き過ぎて停止した。

列車には、乗客103名、運転士1名及び車掌1名が乗車していたが、このうち乗客42名、運転士及び車掌が負傷した。また、普通貨物自動車の運転者が負傷した。

列車は1両目前頭部（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。)が大破して前台車全2軸が右側へ脱線するとともに、1両目から3両目までの車両端部等が損傷した。また、普通貨物自動車は大破したが、火災の発生はなかった。

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22年1月29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。

北海道運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場に派遣した。

本事故に関し、鉄道車両の損傷状況に関する調査分析を財団法人鉄道総合技術研究所に委託した。

1.2.2 調査の実施時期

平成22年 1月29日～31日	現場調査及び口述聴取
平成22年 2月8日、9日	現場調査及び車両調査
平成22年 2月26日	現場調査及び口述聴取
平成22年 3月14日～16日	車両調査
平成22年 4月20日～23日	現地調査、車両調査及び口述聴取

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

2 事実情報

2.1 運行の経過

事故に至るまでの経過は、北海道旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の函館線り特急第2024M列車（スーパーカムイ24号、以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）、車掌及び乗客として乗車していた同社社員の口述によれば、概略以下のとおりであった。なお、本件運転士は、事故の衝撃のため、事故発生前後の状況をほとんど覚えていなかった。

(1) 本件運転士

本件列車が走行中、列車の地点は覚えていないが、普通貨物自動車（以下「本件ダンプ」という。）が左から深川6号線踏切道（以下「本件踏切」という。位置は函館駅起点389k721mであり、以下「函館駅起点」は省略

する。)に近づき、停止せず踏切内に進入しようとした。気笛を鳴らし、さらに本件ダンプの前頭部が本件踏切の進入側の遮断かんに触れるか触れないかのときに「ダメだ、本件ダンプは絶対に踏切内に入ってくる」と思い、非常ブレーキを扱った。本件ダンプはそのまま踏切内に進入して線路上で停止し、本件列車と衝突した。

事故当時、雪は降っていたが、見通しは列車の運転に支障のない状態だったと思う。また、風はそれほど吹いていた印象はなかった。

(2) 車掌

本件列車が深川駅を出発して2両目左前方の車掌室にいたところ、突然気笛が聞こえ、3、4度強い衝撃があつて体をぶつけたが、よく覚えていない。列車停止後、状況を把握するため、本件運転士に車内連絡合図を試みたが応答はなく、車掌室の列車無線で輸送指令に、何かと衝突したことを報告した。

事故当時、雪は小雪かもう少し降っていた。風はそれほどでもなかったと思う。

(3) 乗客（同社社員）

私用で5両目前方に乗車していた。本件列車が深川駅を出発後、座席で本を読んでいたところ強いブレーキがかかっていることに気付き、また気笛も聞こえたので、動物でもいるのかと思ったところ衝撃があり、体が浮くように感じた。列車停止後、本社運輸部等に事故の発生を連絡するとともに、お客様への対応、車両損傷状況の把握等に当たった。

ブレーキのかかり始めの時期は分からないが、それに気付いてから衝撃までの時間は数秒程度だったように思う。

事故当時、雪は降っていたが、吹雪というほどではなかった。

一方、本件ダンプの運転者（以下「本件運転者」という。）の口述によれば、事故に至るまでの経過は概略以下のとおりであった。

工事現場に砂利を運ぶため、本件踏切の左側から通行しようとした。本件踏切手前の交差点を通過したとき、前方に踏切があることはふだんの通行で分かっており、滑りやすい路面状況であったが、ある程度減速をしたうえで踏切の前で止まろうとしてブレーキをかけた。すると、予想以上に大きく滑り、思わずブレーキを強く踏んでしまい、踏切遮断機が下りている中に入った。本件ダンプが停止後、何とかして踏切の外に出ようとしてギアをバックに入れたが出られなかった。このため、踏切の非常押しボタンを押さないといけないと思ったが、見ると上り列車がずっと手前に近づいており、車から降りて押す時間がないと思ったとき、本件列車と衝突した。衝突したときの状況は、気が動転していて覚えていない。また、事故の直前、

踏切手前の交差点を通過したときの速度やブレーキを踏んだ地点は分からない。

事故当時、雪が降り、また風も横から吹いており、一時的には地吹雪もあったが、前が見えないというほどではなかった。

なお、本事故の発生時刻は12時21分ごろであった。

(付図1 函館線路線図、付図2 事故現場付近の地形図 参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

- | | | | |
|----------|-------|----|-----|
| (1) 本件列車 | 乗客 | 軽傷 | 42名 |
| | 本件運転士 | 重傷 | 1名 |
| | 車掌 | 軽傷 | 1名 |
| 本件ダンプ | 本件運転者 | 軽傷 | 1名 |

乗客の負傷は、骨折、打撲・捻挫、しびれ・痛み等によるものであった。本件運転士は左膝を骨折したほか、頭部や大腿部等への打撲、裂創、及び脳しんとうを負った。また、車掌は打撲を負った。一方、本件運転者は打撲及び裂創を負った。

負傷者の救急搬送は、本事故発生十数分後に開始され、約1時間10分後には終了した。

- (2) 各車両の乗客の負傷者数は、平成22年2月の同社の報告によれば表1のとおり、1両目から順に19名、9名、6名、7名、0名であり、またそのときの乗客数は21名、10名、34名、28名、9名であった。なお、このほかに乗車車両が不明の乗客1名がいた。

表1 本件列車の乗客数と負傷者数 (名)

	1両目	2両目	3両目	4両目	5両目	不明	計
負傷	19	9	6	7	0	1	42
(内数)調査回答者	(13)	(5)	(3)	(4)	(0)	(0)	(25)
負傷なし	2	1	28	21	9	0	61
計(乗客数)	21	10	34	28	9	1	103

- (3) 負傷した乗客のうち25名(以下「調査回答者」という。各車両の回答者数は表1を参照。)の協力を得て、負傷の種類とその状況等について電話で聞き取り調査したところ、以下のとおりであった。

- ① 事故発生の直前、調査回答者は全員着席していた（表2（1））。
- ② 負傷の種類については、表2（2）のとおり、1両目及び2両目では骨折が3名、打撲・捻挫等が36名、切り傷・擦り傷等が8名、しびれ・痛み等が3名であった（複数回答あり。以下同じ。）。また、3両目及び4両目では、打撲・捻挫等が12名、切り傷・擦り傷等が1名、しびれ・痛み等が3名であった。
- ③ 負傷の状況については、ひざ・すねや顔、手を前列の座席にぶつけた例が多かった（表2（3）及び（4））。また、6名の調査回答者からは、衝突時の衝撃で気を失ったり、あるいは床に投げ出されたとの説明もあった。

表2 調査回答者の負傷の状況

（1）事故発生直前の行動

（名）

	1両目	2両目	3両目	4両目	5両目	計
外を見ていた	2	0	0	0	0	2
休んでいた	3	1	0	0	0	4
飲食をしていた	4	1	0	0	0	5
読み物・書き物をしていた	4	1	2	2	0	9
その他	0	2	1	2	0	5
計	13	5	3	4	0	25

（2）負傷の種類

（名）

	1両目	2両目	3両目	4両目	5両目	計
骨折	2	1	0	0	0	3
打撲・捻挫等	29	7	4	8	0	48
切り傷・擦り傷等	8	0	0	1	0	9
しびれ・痛み等	1	2	3	0	0	6
計	40	10	7	9	0	66

※ 複数回答あり

(3) 負傷の原因となった車両の部位

(名)

前列の座席	窓ガラス	床	わからない	計
19	1	1	6	27

※ 複数回答あり

(4) 受傷の箇所

(名)

	顔	首	肩	胸	腰	手	ひざ・すね	足	その他	計
骨折	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3
打撲・ 捻挫等	14	1	2	1	1	7	16	0	6	48
切り傷・ 擦り傷等	4	0	0	0	0	2	3	0	0	9
しびれ・ 痛み等	0	1	0	0	1	1	0	1	2	6
計	20	2	2	2	2	10	19	1	8	66

※ 複数回答あり

2.3 鉄道施設及び車両等に関する情報

2.3.1 鉄道施設に関する情報

2.3.1.1 概要

現場付近は、交流電化の複線区間にあり、線形は下り勾配2.0%の直線である。

(付図1 函館線路線図、付図2 事故現場付近の地形図 参照)

2.3.1.2 本件踏切の概要

(1) 本件踏切の概要は以下のとおりである。なお、周辺一帯は田地である。

踏切種別 第一種踏切道¹

踏切舗装 ゴム製敷板

踏切支障報知装置 非常押しボタン式

交通規制 なし

踏切の見通し (道路側) 250m、(列車側) 600m

自動車交通量 833台/日

(平成16年度の踏切道実態調査による)

¹ 「第一種踏切道」とは、踏切警報機及び遮断機が設置されている踏切道をいう。

(付図3 事故現場略図、写真1 道路側から見た本件踏切の見通し状況、
写真2 列車側から見た本件踏切の見通し状況 参照)

- (2) 本件踏切で交差する道路は深川市の市道で、踏切手前直近の交差点から本件踏切までは280m余の直線、踏切前後の勾配は水平である(前後は本件ダンプの進入方向を基準とする。)
- (3) 本件踏切の警報及び遮断動作については、上り列車の警報開始点を390k920mとし、降下予告(警報)を4秒、その後の遮断動作を12秒と設定されている。また、遮断かんの降下後、上り列車が本件踏切に到達するまでの時間は15秒以上である。

(付図4 本件列車の走行、本件踏切の作動の状況 参照)

- (4) 本件踏切の踏切保安設備に関する直近の検査記録には、異常は認められなかった。

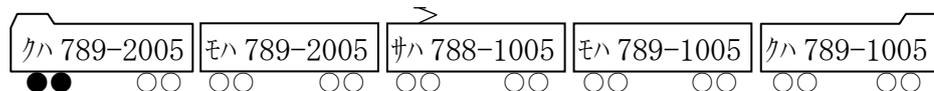
2.3.2 車両に関する情報

(1) 概要

車種	交流電車(20,000V)
編成両数	5両
編成定員	283名(座席定員283名)
編成長	107,240mm(各車両の長さは付属資料の付録1を参照)
編成の空車質量	201.5t(各車両の空車質量は付属資料の付録1を参照)

記号番号

←列車進行方向 ●:脱線軸



ブレーキ装置 (常用) 回生ブレーキ付電気指令式空気ブレーキ
(非常) 電気指令式空気ブレーキ

製造年月 平成19年9月

検査履歴(直近) 要部検査が平成21年3月12日に行われ、検査の結果、異常はなかった。

- (2) 非常ブレーキの減速度については、仕様によれば、初速度130km/h(本件列車の最高運転速度)から停止までの平均は5.45km/h/sであり、そのときの停止距離は470m程度と試算される。なお、非常ブレーキの操作から所定の減速度が得られるまでの空走時分は約1秒とされている。

- (3) 本件列車の2両目は指定席車両で、その他の車両は自由席車両である。また、座席は回転式のクロスシートとなっている。
- (4) 同社によれば、特急列車用車両の運転席は、大型の自動車との衝突時における列車運転士の安全性向上を図るため、運転室高さを極力高く配する高床の構造を基本とし、本件列車の車両もそれに倣っているとのことであった（本件列車の運転席の床高さはレール面から2,220mmである。）。

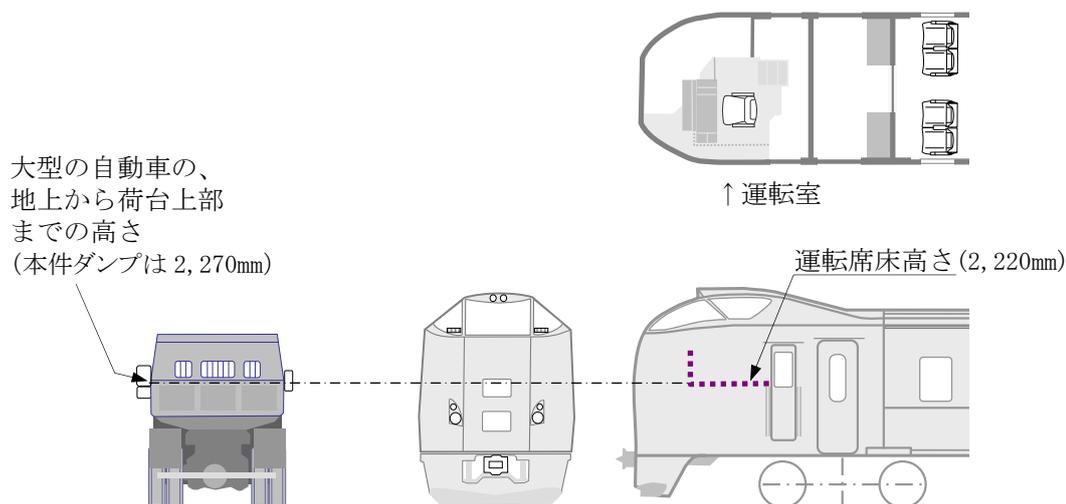


図1 本件列車の前頭部形状と大型の自動車との関係

2.3.3 本件ダンプに関する情報

車体の形状	ダンプカー
長さ×幅×高さ	7.75m×2.49m×3.31m
車両質量	10,620kg
最大積載量	9,250kg
地上から荷台上部までの高さ	2,270mm

2.4 鉄道施設及び車両等の損傷、痕跡に関する情報

2.4.1 事故現場に関する情報

- (1) 事故後、本件列車は先頭が本件踏切から約204m行き過ぎた389k517m付近に停止し、1両目の前台車全2軸が右側に脱線していた。脱線の痕跡は本件踏切から約10m起点方の右レール頭側部付近から列車停止位置付近まで断続的に見られた。

(付図3 事故現場略図 参照)

- (2) 本件踏切付近の路面には、事故当時、積雪があったが、路面状態の詳細及び本件ダンプの走行痕跡は調査時点では確認できなかった。

- (3) 事故発生後、本件列車の1両目運転室に設けられた防護無線²が作動していた。

2.4.2 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

- (1) 本件ダンプが進入した側の本件踏切の遮断かん1本が折損したほか、本件列車が脱線し走行した箇所のまくら木、レール締結装置等が破損した。

(付図3 事故現場略図 参照)

- (2) 事故当時、本件踏切の警報等は正常に作動し、以下の情報が作動状況を記録する装置に残されていた。なお、踏切支障報知装置が作動した記録はなかった。

12時20分36秒 本件列車が警報開始点(390k920m)を通過

12時20分36秒 警報開始

12時21分11秒 本件列車が警報終了点(389k697m)を通過

(付図4 本件列車の走行、本件踏切の作動の状況 参照)

2.4.3 車両の損傷及び痕跡の状況

- (1) 本件列車は、1両目の前頭部が大破して前台車全2軸が脱線した。また、1両目後端部と2両目前端部、また2両目後端部と3両目前端部がそれぞれ衝突していた。事故発生後、本件列車は1両目前頭部が大破したため電源の制御回路が損傷し、停電状態となった(室内灯はバッテリーの回路で点灯した。)

(付図3 事故現場略図、付図5 脱線直後の本件列車の状態 参照)

- (2) 財団法人鉄道総合技術研究所に委託した調査によれば、本件列車の車両の損傷状況は概略以下のとおりであった。詳細は付属資料に記述した。

- ① 1両目前頭部は大破した。車体長手方向の最大変形量は、左側面で約60cm、右側面で約20cmであった。

運転席まわりの運転士の空間は縮小しつつも残されていたが、その床下空間は圧壊していた。

- ② 前3両の車内の、仕切板、ドア、内装パネル等には変形や傷が見られた。

- ③ 2両目前部には、1両目に衝突してその後部を押し上げた痕跡が見られた。2～3両目間も同様であった。

(付図6 車両の主な損傷状況、付図7 1両目前頭部の変形状況、付図8

² 「防護無線」とは、緊急停止の手配に使用される無線装置をいう。操作ボタンを押すことにより発報信号(無線通信により列車を停止させる信号)が近辺の列車に対して発信され、この信号を受信した列車の防護無線装置は警報音を発するなどして停止信号を運転室に現示する。

1 両目運転席まわりの変形状況、付図9 1～2両目 連結面の変形状況、付属資料 参照)

2.4.4 車両以外の物件の損傷及び痕跡の情報

本件ダンプは、運転室の右後部下方の車台が折損して大破し、運転室や荷台等が本件踏切の起点方の左右に散らばるとともに、車台の一部が本件列車の前頭下部に巻き込まれた。なお、火災の発生はなかった。また、本件ダンプを所有する貨物自動車運送事業者によれば、積荷は8 t余の砂利とのことであった。

(付図3 事故現場略図 参照)

2.5 乗務員等に関する情報

(1) 本件運転士 男性 52歳

甲種電気車運転免許

平成6年12月8日

(2) 車掌 男性 57歳

(3) 本件運転者 男性 40歳

大型、普通、大型特殊自動車運転免許

昭和62年11月20日

2.6 運転取扱いに関する情報

2.6.1 列車の運転に関する情報

2.6.1.1 運転取扱い

深川駅～妹背牛駅間の最高運転速度は130 km/h である。現場付近では、運転取扱い上、制限速度の設定はない。

2.6.1.2 本件列車の走行状況

(1) 本件列車には、車両の運転状況を記録する装置（以下「本装置」という。）が1両目前頭部運転席下の機器室中央付近に設置されている（付図8(2)参照）。その記録と2.4.2の踏切の作動記録によれば、事故当時の本件列車の走行状況は概略以下のとおりであった。

- ・ 本件列車は12時18分51秒に深川駅を出発し、12時20分36秒には本件踏切（389 k 7 2 1 m）からの距離に換算して（以下同じ。）約1.2 km 手前付近を速度128 km/h で力行³運転し、12時21分03秒には約290 m手前付近で速度130 km/h に達した。
- ・ その直後に惰行運転となり（速度は130 km/h）、12時21分04秒

³ 「力行」とは、列車を加速走行させることをいう。

には約250m手前付近を速度130km/hで走行中に非常ブレーキが作動した。その後、非常ブレーキを継続し、12時21分11秒には本件踏切付近を速度94km/hで走行中に車両から供給される電源が切れ、以後、本装置は内蔵バッテリーで動作する状態となった。

なお、本装置に記録された情報は、車両の制御電源が確保されている間の1両目前台車の車輪の回転数から演算したものであり、車輪の空転や滑走等により実際の走行状態との誤差を内在している可能性がある。

(付図4 本件列車の走行、本件踏切の作動の状況 参照)

- (2) 本事故では、2.4.3に記述したように1両目前頭部が大破したが、本装置には大きな外的損傷はなかった。

2.7 気象等に関する情報

当時の事故現場付近の天気 雪

事故現場の東約6km先に位置するアメダス観測所の記録によると、事故当時、気温は -5.0°C で、平均風速5.1m/sの南西の風であった。また、時間降雪量は1cmで、積雪は8.1cmであった。

また、事故現場の南西約5km先に位置する、同社の風速計の記録によると、事故当時の風速は平均5m/sで、弱い風であった。

3 分析

3.1 本件踏切の状況に関する分析

以下のことから、事故当時、本件ダンプ及び列車からの本件踏切の見通しについては、走行に支障するような状況ではなかったものと推定される。

- ① 事故現場付近の線路は、2.3.1.1に記述したように直線区間にあつて、その周辺は2.3.1.2に記述したように田地であったこと。
- ② 2.3.1.2に記述したように、本件ダンプ及び列車から本件踏切までの見通し距離は十分にあつたこと。
- ③ 2.7に記述したように、事故当時は、気温が -5°C 程度で、平均風速5m/s程度の風雪であったこと。
- ④ 2.1に記述したように、本件運転士は、「事故当時、雪は降っていたが、見通しは列車の運転に支障のない状態だったと思う」と口述していること。

また、本件運転者は、「事故当時、雪が降り、また風も横から吹いており、一

時的には地吹雪もあったが、前が見えないというほどではなかった」と口述していること。

また、2.3.1.2(4)及び2.4.2(2)に記述したように、本件踏切の踏切保安設備は、事故当時、正常に作動していたものと推定される。

3.2 本件ダンプが本件踏切に進入したことに関する分析

以下のことから、本件運転者が本件踏切の手前で止まろうとしたところ本件ダンプが滑って急ブレーキをかけたためにさらに滑り、遮断かんが降下した本件踏切に進入し停止したものと考えられる。

- ① 2.1に記述したように、本件運転者は、「本件踏切の前で止まろうとしてブレーキをかけたところ本件ダンプが予想以上に大きく滑り、思わずブレーキを強く踏んでしまい、踏切遮断機が下りている中に入った」と口述していること。
- ② 2.1に記述したように、本件運転士は、本件ダンプが左から本件踏切に近づき、停止せず踏切内に進入しようとしたので、気笛を鳴らし、非常ブレーキを扱ったが、本件ダンプはそのまま踏切内に進入して線路上で停止し、本件列車と衝突したと口述していること。
- ③ 2.4.2(2)に記述したように、本件踏切は12時20分36秒ごろに警報を開始し、2.3.1.2(3)に記述したように、その16秒後（12時20分52秒ごろ）には遮断かんが降下し終えたこと。
- ④ 2.6.1.2(1)に記述したように、本件列車は、12時21分03秒ごろに本件踏切の約290m手前付近を速度約130km/hで走行した直後に惰行運転となり、12時21分04秒ごろには約250m手前付近を速度約130km/hで走行中に非常ブレーキが作動して、その約7秒後には本件踏切付近を走行したこと。

なお、2.4.1(2)に記述したように、事故当時は、本件踏切付近の路面に積雪があったが、路面状態の詳細を明らかにすることはできなかった。

(付図4 本件列車の走行、本件踏切の作動の状況 参照)

3.3 脱線に関する分析

3.1及び3.2に記述したように、本件踏切の見通しに問題はなく、踏切遮断機及び踏切警報機が正常に動作していたにもかかわらず、本件列車の通過直前に本件ダンプが停止できずに本件踏切に進入したため、本件列車がこれと衝突し、2.4.4に記述したようにこの車台の一部を巻き込んだため踏切通過後すぐに脱線したものと考えられる。

3.4 人の負傷に関する分析

3.4.1 乗客の負傷

- (1) 2.2(2)に記述したように、本件列車の後部3両に比べ前2両では、乗客のほとんどが負傷した。これは2.4.3に記述した車両の損傷度合いと同様に、衝突時の前2両の衝撃が大きかったことによるものと考えられる。
- (2) 2.2(3)に記述したように、調査回答者は全員着席していたが、ひざ・すねや顔、手を前列の座席にぶつけ負傷した例が多かった。これは衝突時の衝撃により体が前方に投げ出され、前列の座席後面に体を殴打したことにより負傷したものと考えられる。

3.4.2 本件運転士の負傷

2.2(1)に記述したように、本件運転士は左膝の骨折等を負った。これは3.5(1)に後述するように、運転士の足元にある機器室扉が変形するなどして生存空間が侵食されたことが一因であると考えられる。

3.5 本件列車及び本件ダンプの損傷に関する分析

(1) 本件列車の車両の損傷に係る分析は以下のとおりである。委託した調査及び分析の詳細は付属資料に記述した。

- ① 2.4.3(2)①に記述したように、1両目前頭部は大破して、車体長手方向に最大、左側面で約60cm、右側面で約20cm変形した。運転席の床下の空間は圧壊してほとんど残っていない状況だった。一方、その床上の運転席の空間は、運転士の足元にある機器室扉が変形するなどして縮小はしたものの残されていた。これは、2.3.2(4)に記述したように、本件列車の運転席が高床の構造であったことが一因と考えられる。
- ② 2.4.3(2)②に記述したように、前3両の車内の、仕切板、ドア、内装パネル等には衝突の衝撃によると思われる変形や傷が見られた。
- ③ 2.4.3(2)③に記述したように、2両目前部は1両目に衝突してその後部を上方向に8cm、左方向に4cm程度押し上げたものと推定される。これは連結器、緩衝装置を介して2両目の緩衝装置の下受板で下方に押し下げる力が作用し、中はり下面フランジ部が引きちぎられ、締結ボルトごと下受板及び緩衝装置が脱落したことによるものと推定される。また、2両目と3両目の間についても同様の傾向であったものと推定される。

また、上記連結面とその側面の構体に見られた変形は、いずれも車端から車体長手方向に圧縮を受けたためであると考えられる。

(付属資料 参照)

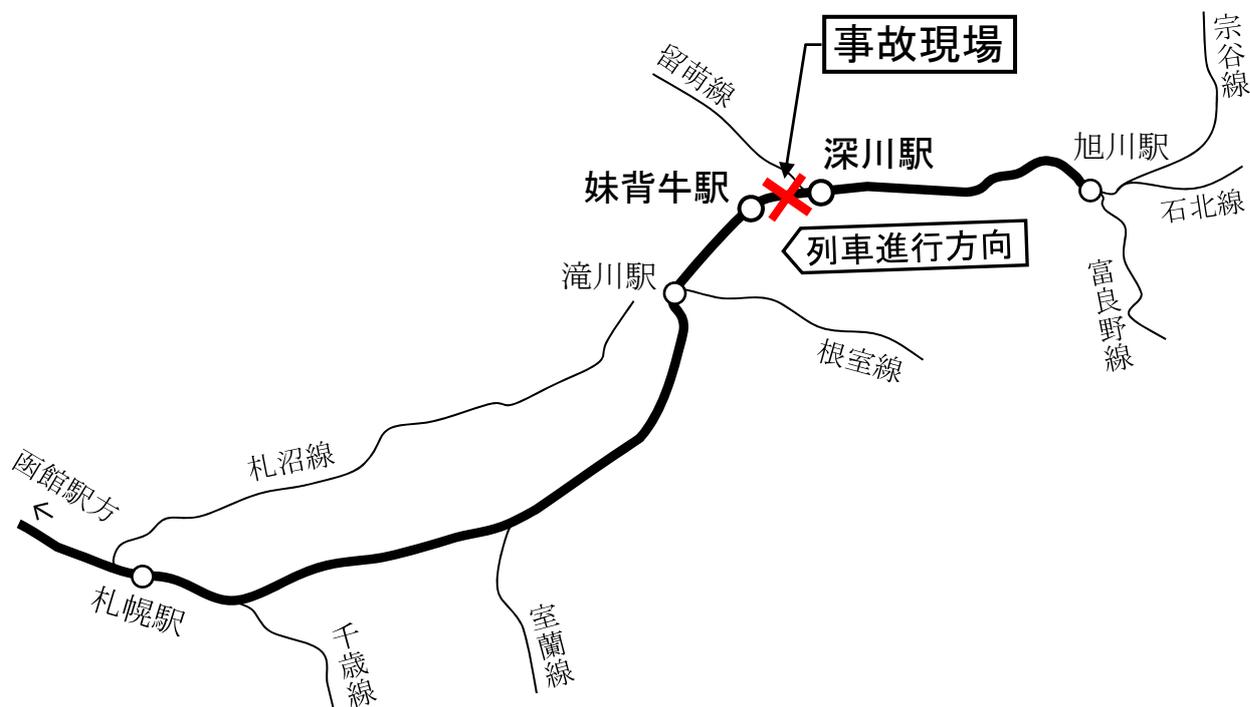
- (2) 2.1に記述したように、本件運転者によれば、本件ダンプは本件踏切の左側から踏切内に進入し、また2.4.4に記述したように、運転室の右後部下方の車台が折損して大破していたことから、本件ダンプの右側面前方が本件列車の前頭部と衝突して車台が折損したことにより、運転室と荷台が線路の左右に散らばり、大破に至ったものと考えられる。
- (3) 鉄道車両の安全性向上方策については、航空・鉄道事故調査委員会（現運輸安全委員会）が、平成14年2月に発生した九州旅客鉄道株式会社鹿児島線における列車衝突事故に対し、衝突時における乗客の被害軽減の観点からその取組みの強化について建議し、また平成17年4月に発生した西日本旅客鉄道株式会社福知山線における列車脱線事故に対し、同様の所見を出したところである。今般の事故発生を受け、乗客はもとより乗務員（特に運転士）の安全確保の観点から、その取組みの深度化が引き続き図られるとともに、本事故の事実情報が十二分に活用され、鉄道事業者各社での車両の設計に反映されていくことが望まれる。

4 原因

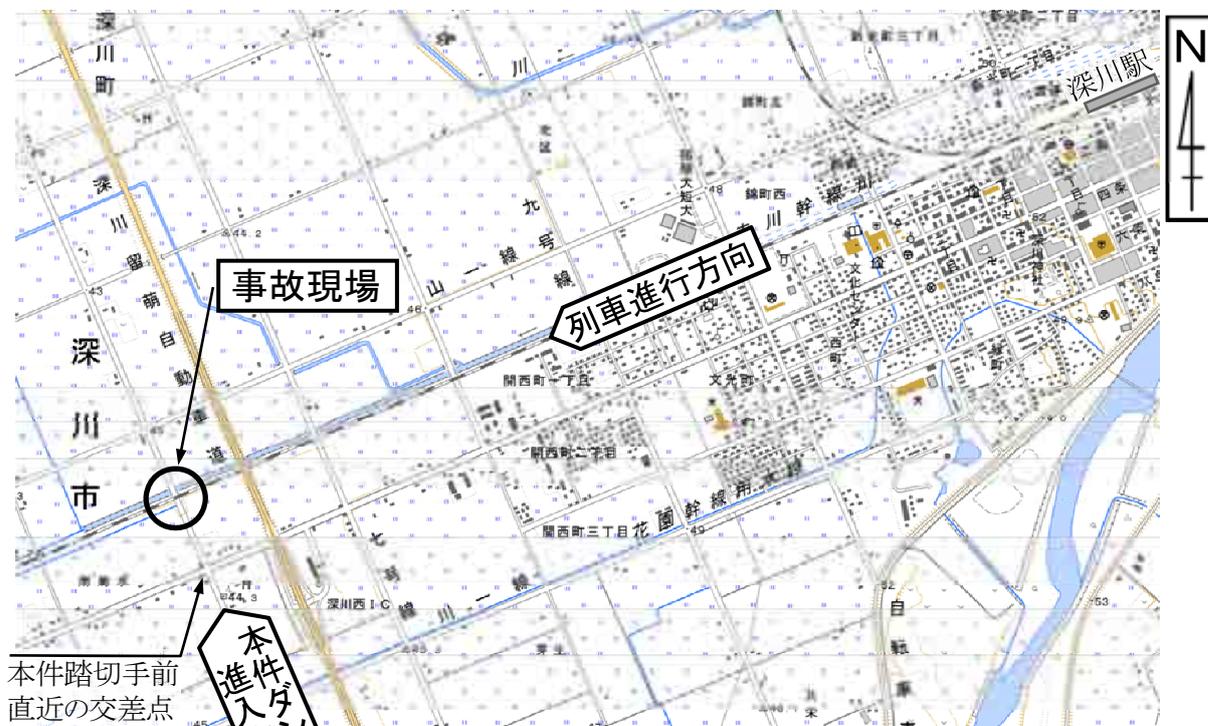
本事故は、本件踏切の踏切遮断機及び踏切警報機が正常に作動していたにもかかわらず、本件ダンプが本件列車の通過直前に本件踏切に進入して停止したため、本件列車が本件ダンプと衝突し、脱線したものと推定される。

付図1 函館線路線図

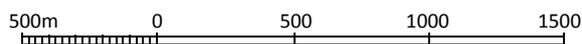
函館線 函館駅～旭川駅間 423.1 km (単・複線)



付図2 事故現場付近の地形図

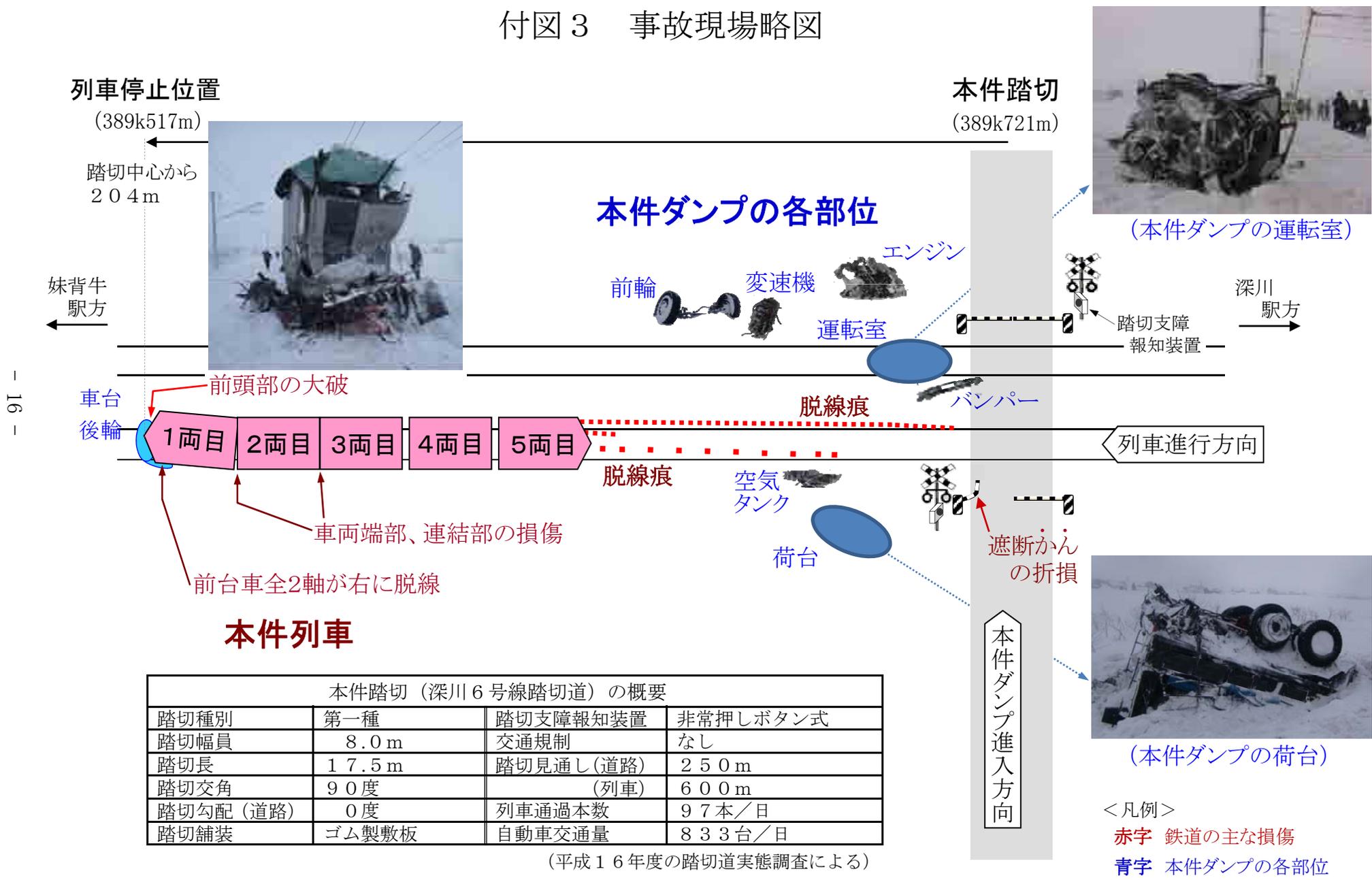


1:25,000 妹背牛、石狩深川



国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

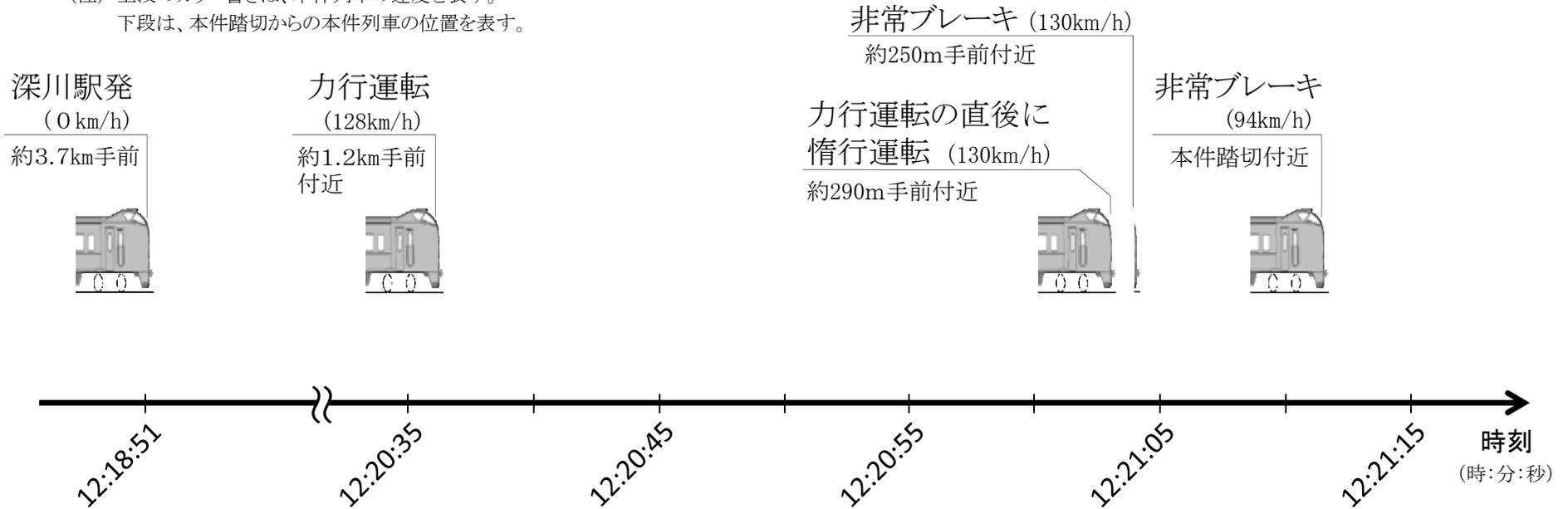
付図3 事故現場略図



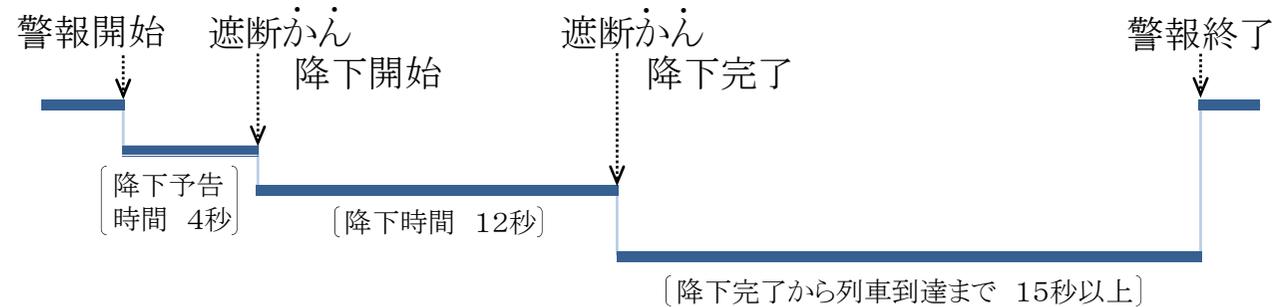
付図4 本件列車の走行、本件踏切の作動の状況

本件列車の走行の状況

(注) 上段のカッコ書きは、本件列車の速度を表す。
下段は、本件踏切からの本件列車の位置を表す。



本件踏切の作動の状況



付図5 脱線直後の本件列車の状態



(1両目の前頭部)



3両目前端部↑

2両目後端部↑

(2～3両目間の車両端部右側)



2両目前端部↑

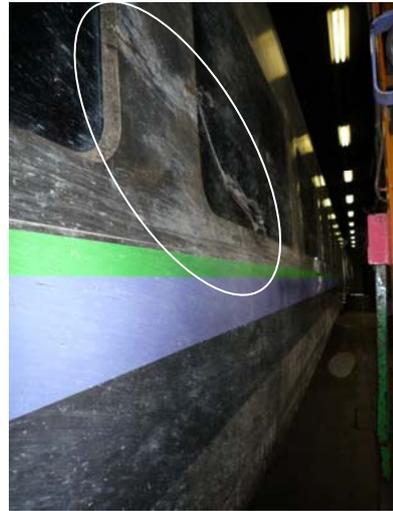
1両目後端部↑

(1～2両目間の車両端部右側)

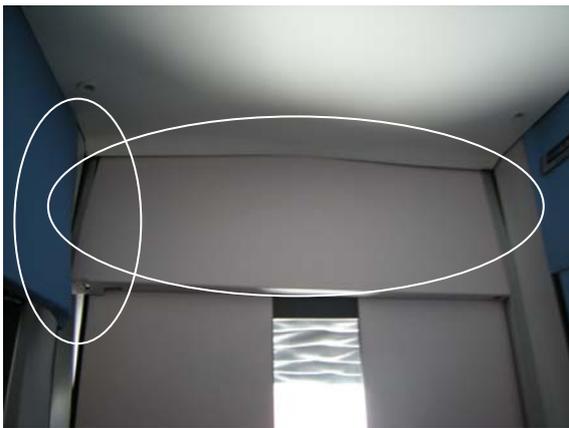
付図6 車両の主な損傷状況



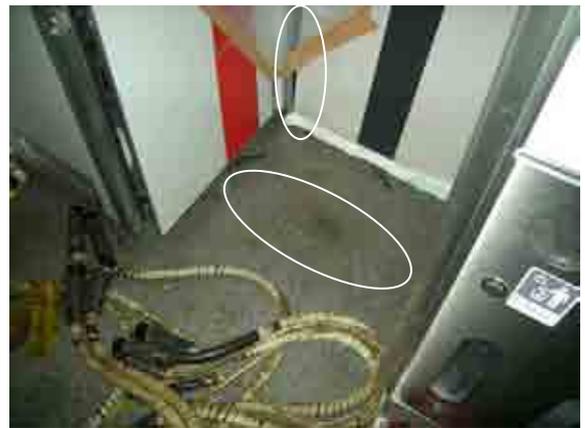
(1) 1両目前頭部下部の変形



(2) 1両目左側面の外板傷及び
窓ガラス破損



(3) 1両目後端部 内装の変形



(4) 3両目前部寄 出入台の変形



(5) 3両目前部寄 床下機器覆い
下面の変形



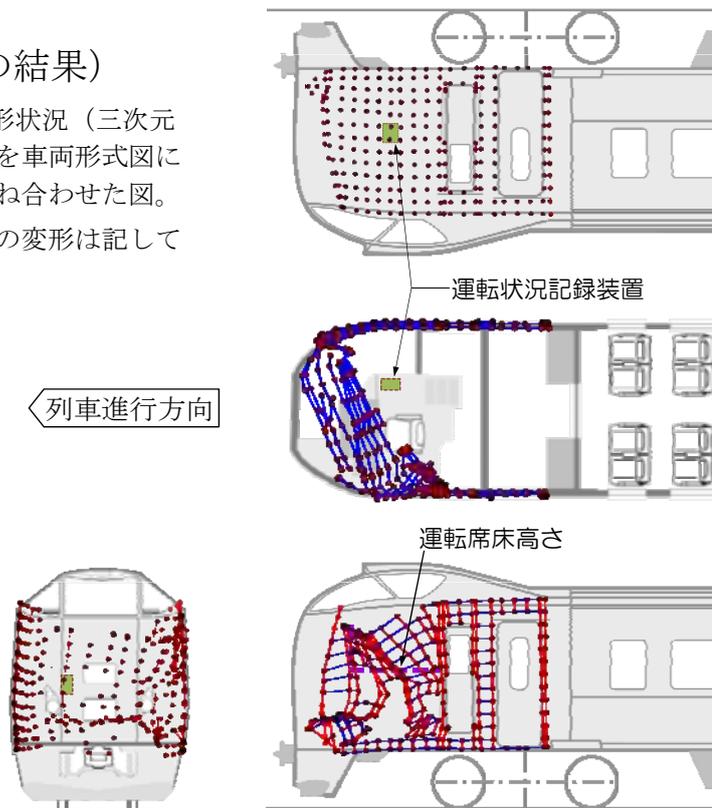
(6) 3両目前部の胴受の変形

付図7 1両目前頭部の変形状況

(三次元測定の結果)

※ 外板の変形状況（三次元測定結果）を車両形式図に形式的に重ね合わせた図。

車両内部の変形は記していない。



(正面)



(左側面)



(右斜め前)



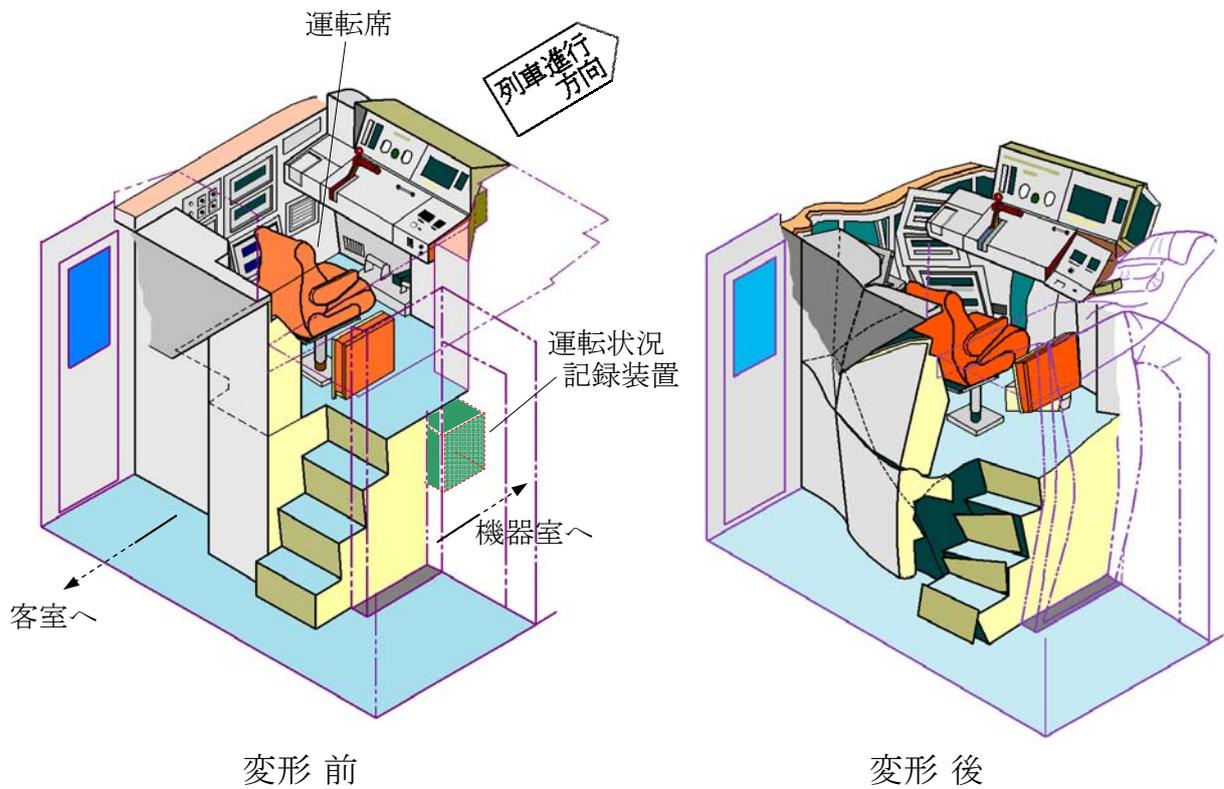
(参考 同型車両(正常な状態)の左側面)

付図8 1両目運転席まわりの変形状況



障害物との距離 最短 130mm

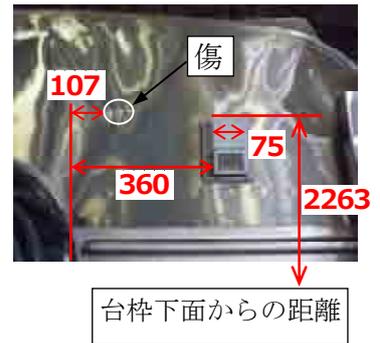
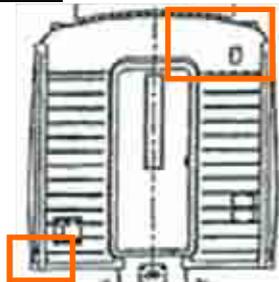
(1) 写真



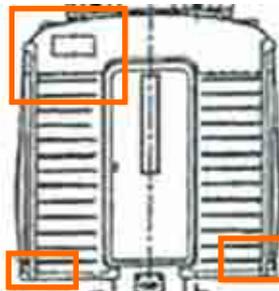
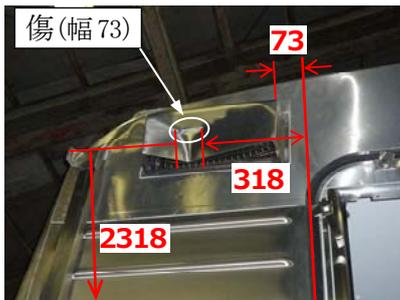
(2) 変形前後のスケッチ

付図9 1～2両目 連結面の変形状況

(注) 数値の単位は mm



(1) 1両目後部



(2) 2両目前部

写真1 道路側から見た本件踏切の見通し状況



※ 事故発生の翌日に撮影。路肩のショベル等は本件事故の復旧のための資機材である。

写真2 列車側から見た本件踏切の見通し状況



鉄道車両の損傷状況の詳細調査及び分析の結果

概 要

平成22年1月29日、北海道旅客鉄道株式会社 函館線 深川駅～妹背牛駅間で発生した列車脱線事故について、運輸安全委員会は財団法人鉄道総合技術研究所に委託して、①関係の車両5両が受けた損傷の程度及び全体の変位量等、②車両各部位の損傷箇所及び変形量、③列車前頭部の変形状況、④運転室の変形状況等に係る調査並びに分析を実施した。

当該列車の1両目は前頭部が大破し、車体長手方向の最大変形量は車端部端はり位置を基準とする場合、進行方向の左側面で約60cm、右側面で約20cmであった。

高床式の運転席の床下は圧壊しており、空間はほとんど残されていなかった。

運転席床上の運転士の空間は、変形の影響により縮小されているものの、一定の生存空間が残されていた。一方、運転士足元に存在する機器室の開閉扉が変形するなどして、一部、生存空間を侵食しており、運転士の傷害の一因となったものと考えられる。

1～2両目間では、2両目前部の連結器、緩衝装置及びそれらを下から支える部材（下受板）が脱落していた。双方の車両の車端部及びその側面の構体に変形が見られた。2～3両目間では、3両目前部の連結器、緩衝装置及び下受板が脱落していた。双方の車両の車端部及びその側面の構体に変形が見られた。

1両目は2両目に乗り上がり、その乗り上がり量は平均して、車体の上方向に約80mm、左方向に約40mmであったものと推定される。

1～3両目の車内内装について、仕切板、ドア、内装パネル等に変形や擦過痕が見られた。

目 次

1. はじめに	1
2. 事故の概況	1
2.1 発生日時	1
2.2 発生場所	1
2.3 本件列車の車両の概要	1
2.4 事故概要	2
3. 車両調査結果	2
3.1 車両損傷状況の概略	2
3.2 変形量測定	14
3.2.1 測定方法	14
3.2.2 測定結果	21
4. まとめ	39
付録 1. 車両形式図	付1
2. 前頭部形状測定結果 (3.2.2(4) 参照)	付2

添付資料

図 1	本件列車の車両	1
図 2	1 両目 (Tc2) ①②位 車端部の変形	2
図 3	1 両目 (Tc2) ②④位間 側面傷、窓ガラス破損	2
図 4	1 両目 (Tc2) ④位寄 車側表示灯の破損	3
図 5	1 両目 (Tc2) ①③位間 側外板の面外変形	3
図 6	1 両目 (Tc2) ③④位 車端部の変形	3
図 7	1 両目 (Tc2) ③④位 妻構体の傷、変形の状況	3
図 8	1 両目 (Tc2) ③④位 連結器、端台枠の状況	4
図 9	1 両目 (Tc2) 車内①位寄 内装パネル擦過痕	4
図 1 0	1 両目 (Tc2) ③④位 車端部内装の変形	4
図 1 1	1 両目 (Tc2) 後位出入台内装の傷	4
図 1 2	2 両目 (Mu) ③④位 車端部の状況	5
図 1 3	2 両目 (Mu) ③④位 妻構体の傷、変形の状況	5
図 1 4	2 両目 (Mu) ③④位 台枠中はり部分の状況	6
図 1 5	2 両目 (Mu) ③④位 連結器、端台枠の状況	6
図 1 6	2 両目 (Mu) ①③位間 側外板の面外変形	7
図 1 7	2 両目 (Mu) ②④位間 側外板の面外変形	7
図 1 8	2 両目 (Mu) ①②位 車端部の状況	7
図 1 9	2 両目 (Mu) ①②位 車端部の状況	7
図 2 0	2 両目 (Mu) ①②位 妻構体上部の変形	7
図 2 1	2 両目 (Mu) ①②位 妻構体の傷、変形の状況	8
図 2 2	2 両目 (Mu) ①②位 中はり、連結器、胴受の状況	8
図 2 3	2 両目 (Mu) ①②位 端台枠中はりの状況	8
図 2 4	2 両目 (Mu) ③④位寄 車内内装パネルの傷	9
図 2 5	2 両目 (Mu) ①②位車端部 内装パネルの変形	9
図 2 6	3 両目 (T _A) ③④位 妻構体の状況	9
図 2 7	3 両目 (T _A) ③④位 車端台枠、胴受の状況	9
図 2 8	3 両目 (T _A) ①③位間 側外板の面外変形	1 0
図 2 9	3 両目 (T _A) ②④位間 側外板の面外変形	1 0
図 3 0	3 両目 (T _A) 台車制動梘子はりの曲がり	1 0
図 3 1	3 両目 (T _A) 制動梘子はりの曲がりと床下機器覆いの変形	1 0
図 3 2	3 両目 (T _A) ③④位寄 床下機器覆い下面の状況	1 1
図 3 3	3 両目 (T _A) ①②位 車端台枠の状況	1 1

図 3 4	3 両目 (T _A) ①②位 中はり伴板守の状況	1 1
図 3 5	3 両目 (T _A) ③④位寄 車内内装パネルの傷	1 1
図 3 6	3 両目 (T _A) ③④位寄 出入台各部の変形	1 1
図 3 7	4 両目 (M) ③④位 車端台枠の状況	1 2
図 3 8	4 両目 (M) ③④位 端台枠の状況	1 2
図 3 9	4 両目 (M) ①③位間 側外板の面外変形	1 2
図 4 0	4 ~ 5 両目間 連結部の状況	1 2
図 4 1	5 両目 (Tc1) ①②位 前頭部の状況	1 3
図 4 2	5 両目 (Tc1) ②④位間 側面の状況	1 3
図 4 3	1 ~ 2 両目間の乗り上がり状況の推測	1 3
図 4 4	1 両目 (Tc2) 車体長さの測定部位	1 4
図 4 5	2 両目 (Mu) 車体長さの測定部位	1 5
図 4 6	3 両目 (T _A) 車体長さの測定部位	1 5
図 4 7	4 両目 (M) 車体長さの測定部位	1 6
図 4 8	5 両目 (Tc1) 車体長さの測定部位	1 6
図 4 9	連結面妻構体の変形量測定方法の概要	1 7
図 5 0	台枠高さの測定位置	1 8
図 5 1	1 両目 (Tc2) ①②位 台枠高さの測定位置	1 9
図 5 2	台枠高さの測定方法の概要	1 9
図 5 3	胴受下面高さの測定位置	2 0
図 5 4	車端部側長さの測定方法	2 4
図 5 5	車端部の変形状況	2 9
図 5 6	1 両目 (Tc2) 前頭部の変形状況の三次元測定結果	3 2
図 5 7	1 両目 (Tc2) 前頭部の変形状況の三次元測定結果 (鳥瞰図)	3 2
図 5 8	運転室の寸法測定位置	3 3
図 5 9	1 両目 (Tc2) 運転室の損傷状況	3 3
図 6 0	1 両目 (Tc2) 運転室の変形状況を示す側方図	3 4
図 6 1	1 両目 (Tc2) 運転室の変形状況を示す上方図	3 5
図 6 2	1 両目 (Tc2) 運転室の変形前後を示す鳥瞰図	3 5
図 6 3	1 両目 (Tc2) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況	3 6
図 6 4	1 両目 (Tc2) ②④位間の側構体中央部 面外変形の測定状況	3 6
図 6 5	2 両目 (Mu) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況	3 7
図 6 6	2 両目 (Mu) ②④位間の側構体中央部 面外変形の測定状況	3 7
図 6 7	3 両目 (T _A) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況	3 8
図 6 8	4 両目 (M) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況	3 8

表 1	1 両目 (Tc2) 車体長さの測定結果	2 1
表 2	2 両目 (Mu) 車体長さの測定結果	2 2
表 3	3 両目 (T _A) 車体長さの測定結果	2 2
表 4	4 両目 (M) 車体長さの測定結果	2 3
表 5	5 両目 (Tc1) 車体長さの測定結果	2 3
表 6	1～5 両目 車体長さの測定結果のまとめ	2 4
表 7	1 両目 (Tc2) ③④位 車端部の変形の測定結果	2 5
表 8	2 両目 (Mu) ①②位 車端部の変形の測定結果	2 5
表 9	2 両目 (Mu) ③④位 車端部の変形の測定結果	2 6
表 1 0	3 両目 (T _A) ③④位 車端部の変形の測定結果	2 6
表 1 1	1 両目 (Tc2) ③④位 車端部の変形量換算値	2 7
表 1 2	2 両目 (Mu) ①②位 車端部の変形量換算値	2 7
表 1 3	2 両目 (Mu) ③④位 車端部の変形量換算値	2 8
表 1 4	3 両目 (T _A) ③④位 車端部の変形量換算値	2 8
表 1 5	台枠枕はりのレール上面からの高さの測定結果	3 0
表 1 6	台枠中はり下面のレール上面からの高さの測定結果	3 0
表 1 7	台枠端はり下面のレール上面からの高さの測定結果	3 1
表 1 8	連結器、緩衝装置受下面、胴受下面のレール上面からの高さの測定結果	3 1
表 1 9	1 両目 (Tc2) 運転室の生存空間に関する寸法の測定結果	3 4
表 2 0	1 両目 (Tc2) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果	3 6
表 2 1	1 両目 (Tc2) ②④位間の側構体中央部 面外変形の測定結果	3 6
表 2 2	2 両目 (Mu) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果	3 7
表 2 3	2 両目 (Mu) ②④位間の側構体中央部 面外変形の測定結果	3 7
表 2 4	3 両目 (T _A) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果	3 8
表 2 5	4 両目 (M) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果	3 8

1. はじめに

平成22年1月29日、北海道旅客鉄道株式会社 函館線 深川駅～妹背牛駅間で発生した列車脱線事故について、今後の鉄道車両の安全性向上に関する取組みに資するため、運輸安全委員会は財団法人鉄道総合技術研究所に委託して、

- ① 本事故の関係車両（5両。以下「本件列車」という。）が受けた損傷の程度及び全体の変位量、
- ② 車内を含む、車両各部位の損傷箇所及び変形量等、
- ③ 列車前頭部（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。）の構体骨組、運転室及び同室内機器室の変形状況

の調査並びに分析を実施した。調査は、1～2両目を平成22年3、4月に同社の苗穂工場において、また3～5両目を同年3月に旭川運転所において、それぞれ行った。

2. 事故の概況

2.1 発生日時

平成22年1月29日（金）12時21分ごろ

2.2 発生場所

函館線 深川駅～妹背牛駅間 深川6号線踏切道（函館駅起点389k721m）

2.3 本件列車の車両の概要

函館線 旭川駅発札幌駅行き 上り特急第2024M（スーパーカムイ24号）

記号番号は以下のとおり

乗客103名、運転士1名、車掌1名

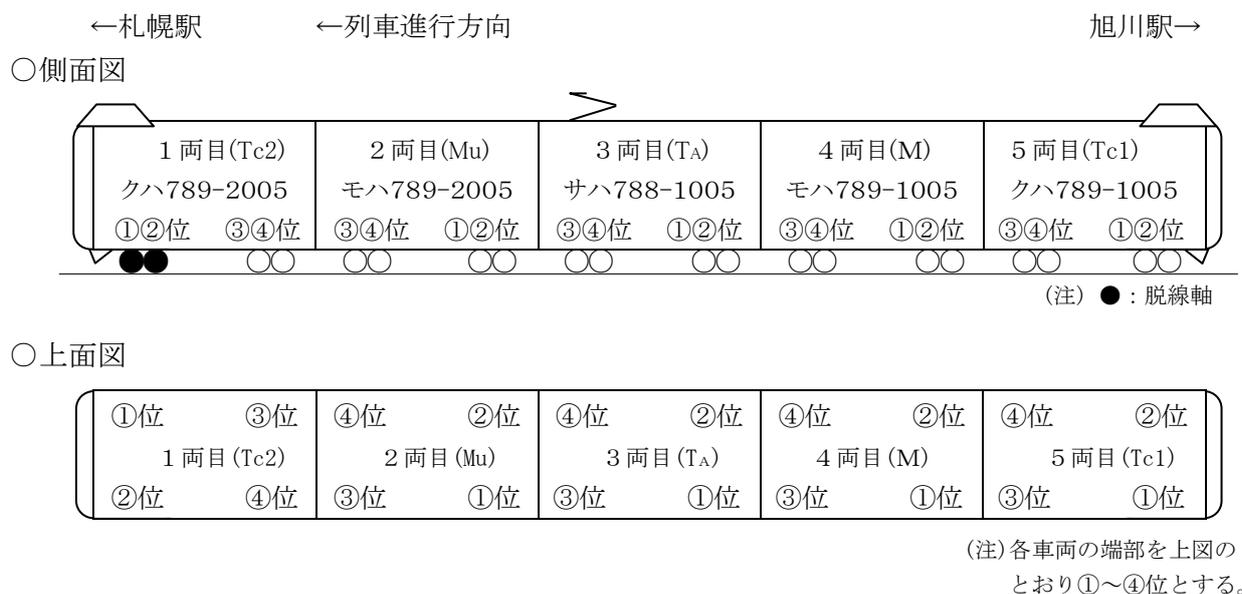


図1 本件列車の車両

2.4 事故概要

本件列車は深川駅出発後、深川6号線踏切道において普通貨物自動車と衝突し、1両目の前台車全2軸が進行方向右側に脱線、前頭部が大破した。

負傷者は45名（列車乗客42名、列車運転士1名、列車車掌1名、自動車運転者1名）であった。

3. 車両調査結果

3.1 車両損傷状況の概略

(1) 1両目（Tc2、クハ789-2005）

前頭部は大破しており、①②位（①②位とは、図1上面図に表す車両端部の番号である。以下同じ。）端よりは上方向に曲げられていた（図2）。①②位側の台枠枕はり～車端間では、若干の台枠下垂が見られた。また前頭部のスノープラウ下辺に損傷が見られた。

前台車の中心ピンと車体台枠枕はりの間にすき間が見られた。前台車にも損傷が見られた。

②④位側面の前位寄り出入台～側窓間の側外板に大きな傷が見られた。これと隣接する位置の側窓ガラスが破損していたが、貫通は発生していなかった（図3）。また④位寄りの車側表示灯（戸閉、赤）が破損していた（図4）。

車体の両側面（①③位間及び②④位間。以下同じ。）中央部の外板（側構体の前後を溶接で結合した部分。以下同じ。）には、大きな面外変形が見られた（図5）。

③④位車端部について、妻構体は全体に凹みがみられ、これは2両目③④位車端部が接触し、圧縮を受けた痕跡と考えられる。また車端部に近い側構体に変形が見られた（図6）。妻構体に残った顕著な傷の位置、状況を図7に示す。③④位車端部の連結器は脱落していなかったが、連結器を支える胴受は中央部で下方に向かって曲げられたような変形が若干見られた（図8）。



図2 1両目(Tc2)①②位 車端部の変形

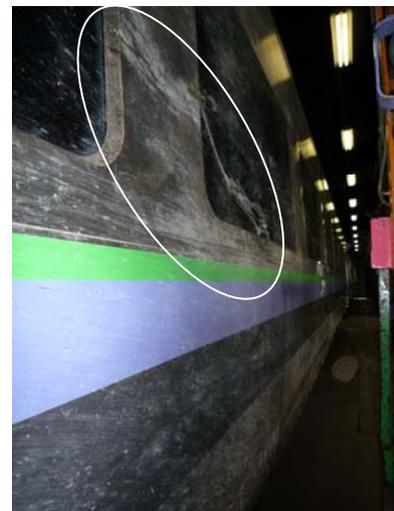


図3 1両目(Tc2)②④位間 側面傷、窓ガラス破損



図4 1両目(Tc2)④位寄 車側表示灯の破損

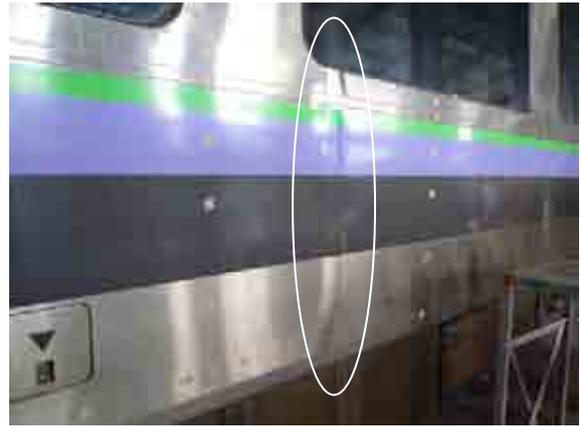


図5 1両目(Tc2)①③位間 側外板の面外変形



図6 1両目(Tc2)③④位 車端部の変形

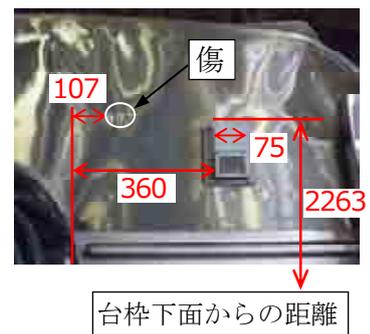
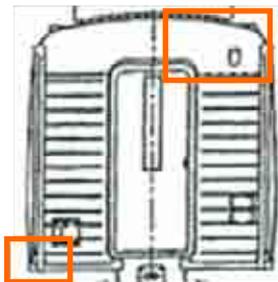


図7 1両目(Tc2)③④位 妻構体の傷、変形の状況
(単位 mm)



図8 1両目(Tc2)③④位 連結器、端台枠の状況

車内内装に関して、前位出入台は仕切板に大きな変形が見られたほか、車内内装パネルに前後方向の擦過痕がみられた(図9)。また、後位車端部や前後出入台仕切りのドア部等にも変形や傷が見られた(図10、11)。



図9 1両目(Tc2)車内①位寄
内装パネル擦過痕

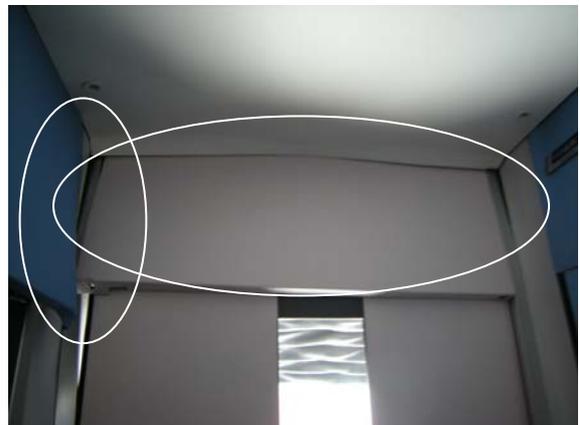


図10 1両目(Tc2)③④位 車端部内装の変形



図11 1両目(Tc2) 後位出入台内装の傷

(2) 2両目 (Mu、モハ789-2005)

③④位車端部について、妻構体は全体に凹みが見られ、これは1両目③④位車端部が接触し、圧縮を受けた痕跡と考えられる。車端部に近い側構体には側外板に永久変形が見られた (図1 2)。妻構体に残った顕著な傷の位置、状況を図1 3に示す。



図1 2 2両目 (Mu)③④位 車端部の状況

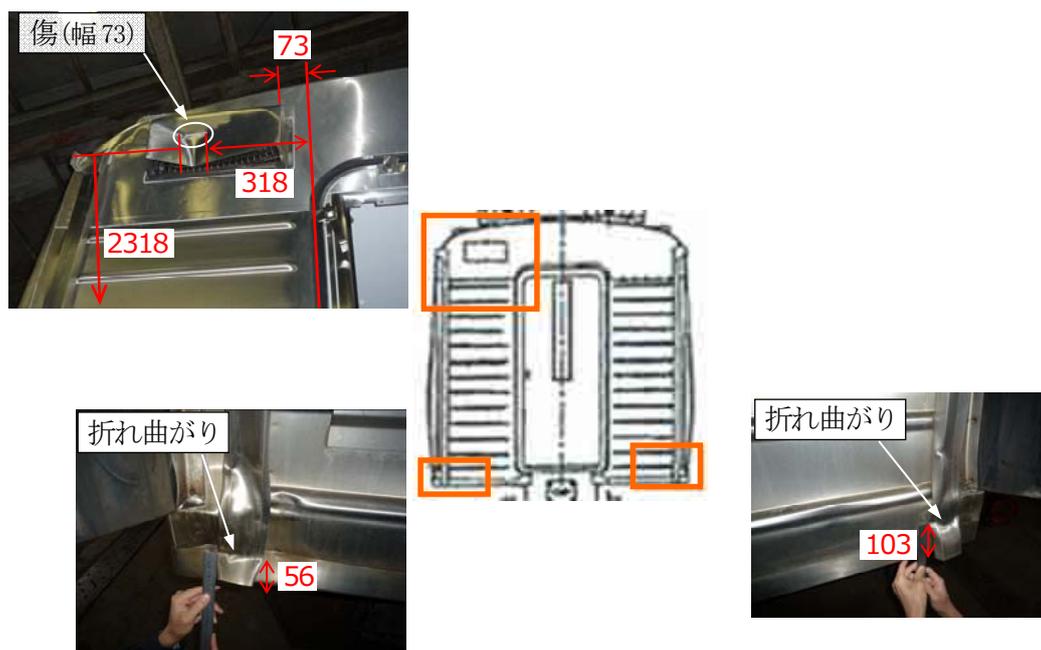


図1 3 2両目 (Mu)③④位 妻構体の傷、変形の状況 (単位 mm)

③④位側の連結器について、調査段階では連結器、緩衝装置、下受板が脱落していた。台枠中はりのフランジ部分には、下受板を取り付けるための締結ボルトが下方に引き抜かれたような痕跡が残っていた (図1 4)。また連結器の胴受は、事故時の破損もしくは事故復旧作業時の撤去いずれかの原因により外れており、調査時に残っていなかった。端はり下面の胴受取付部は下方に変形していた。また中はりの伴板守端部付近には、永久変形や塗装のはがれが見られた (図1 5)。当該部位に相当する車内側の状況として、

③④位端はり上方に位置する車内床面付近に、若干の凹凸状の永久変形が発生していた。

車体の両側面中央部の外板には面外変形が見られ、特に①③位側が顕著であった（図16、17）。

①②位車端部について、妻構体は全体に凹みが見られ、これは3両目③④位車端部が接触し、圧縮を受けた痕跡と考えられる。車端部に近い側構体に変形、ひずみが見られた（図18、19、20）。妻構体に残った顕著な傷の位置、状況を図21に示す。①②位車端部の連結器は脱落していなかったが、連結器を支える胴受は中央部で下方に向かって曲げられたような変形が見られた（図22）。中はりの伴板守端部付近には塗装のはがれが見られた（図23）。

車内内装に関して、車端部や出入台仕切りドア部分等に変形や傷が見られた（図24、25）。



図14 2両目(Mu)③④位 台枠中はり部分の状況



図15 2両目(Mu)③④位 連結器、端台枠の状況



図 1 6 2両目 (Mu)①③位間 側外板の
面外変形



図 1 7 2両目 (Mu)②④位間 側外板の
面外変形



図 1 8 2両目 (Mu)①②位 車端部の状況



図 1 9 2両目 (Mu)①②位 車端部の状況



図 2 0 2両目 (Mu)①②位 妻構体上部の変形

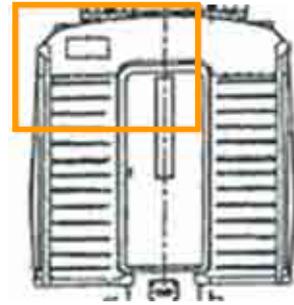


図 2 1 2 両目 (Mu) ①②位 妻構体の傷、変形の状況 (単位 mm)



図 2 2 2 両目 (Mu) ①②位 中はり、連結器、胴受の状況



伴板守端部で塗装はがれ

図 2 3 2 両目 (Mu) ①②位 端台枠中はりの状況



図 2 4 2両目 (Mu) ③④位寄 車体内装
パネルの傷



図 2 5 2両目 (Mu) ①②位車端部 内装
パネルの変形

(3) 3両目 (T_A、サハ 788-1005)

③④位車端部について、妻構体は全体に凹みが見られ、これは2両目①②位車端部が接触し、圧縮を受けた痕跡と考えられる。車端部に近い側構体に変形が見られた (図 2 6)。

③④位側の連結器について、調査段階では連結器、緩衝装置、下受板が脱落していた。また連結器を支えていた胴受は中央部で下方に向かって曲げられたような変形が見られた (図 2 7)。また2両目と同様、③④位端より上方に位置する車内床面付近に、若干の凹凸状の永久変形が発生していた。

屋根上に関し、③④位車端寄りに設置されたケーブルヘッドに、ずれが生じた痕跡があった。

車体の両側面中央部の外板には、面外変形が見られた (図 2 8、2 9)。



図 2 6 3両目 (T_A) ③④位 妻構体
の状況



図 2 7 3両目 (T_A) ③④位 車端台枠、胴受
の状況



図 28 3両目(T_A)①③位間 側外板の面外変形



図 29 3両目(T_A)②④位間 側外板の面外変形

車体床下の防雪カバー及び床下機器覆いの下面に損傷が見られた。また台車制動梘子はりに曲げ変形が見られた(図30、31、32)。

①②位連結器について、胴受、下受板を含め、大きな損傷は見られなかったが、台枠中はりにおいて、緩衝装置の荷重が伝達される伴板守付近に、塗装が剥げた痕跡が見られた(図33、34)。

車内内装に関して、③④位車端部や出入台仕切りドア部分等に変形や傷が見られた(図35、36)。



図 30 3両目(T_A) 台車制動梘子はりの曲がり



図 31 3両目(T_A) 制動梘子はりの曲がり
と床下機器覆いの変形



図3 2 3両目(T_A)③④位寄 床下機器覆い
下面の状況



図3 3 3両目(T_A)①②位 車端台枠の状況



図3 4 3両目(T_A)①②位 中はり伴板守
の状況

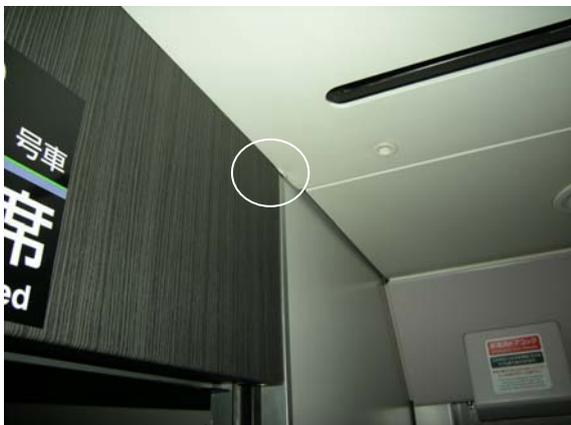


図3 5 3両目(T_A)③④位寄 車内内装
パネルの傷

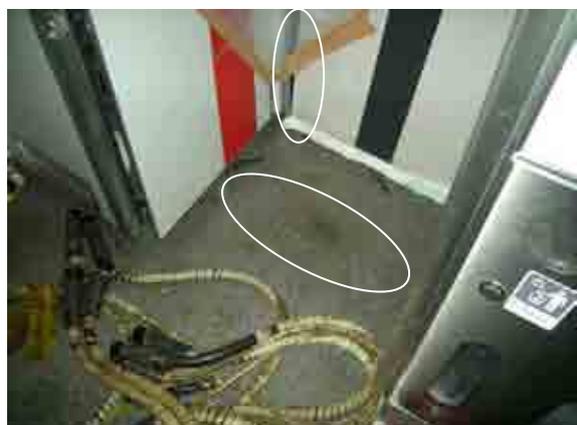


図3 6 3両目(T_A)③④位寄 出入台各部
の変形

(4) 4両目 (M、モハ789-1005)

車体の両側面中央部の外板には面外変形が見られたが、本事故による影響かどうかは不明である。それ以外の部位に、特に目立った変形、ひずみは見られなかった (図37～40)。



図37 4両目(M)③④位 車端台枠の状況



図38 4両目(M)③④位 端台枠の状況

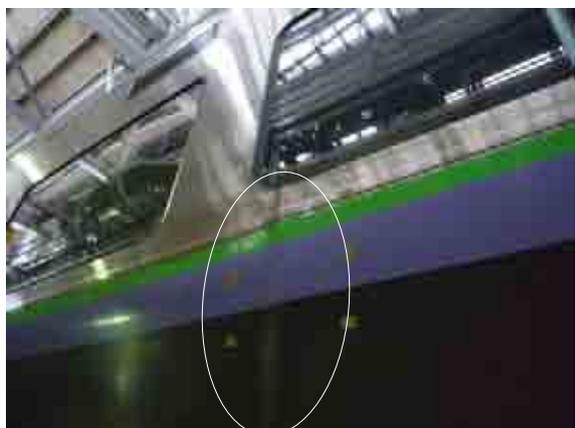


図39 4両目(M)①③位間 側外板の面外変形

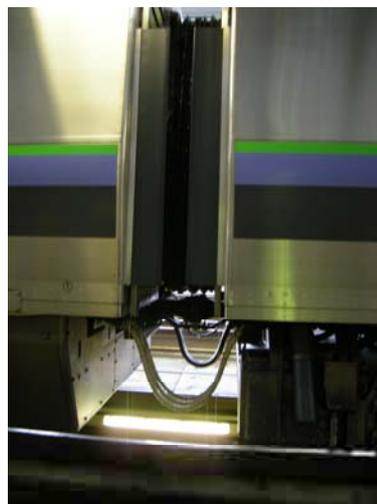


図40 4～5両目間 連結部の状況

(5) 5両目 (Tc1、クハ 789-1005)

車体の両側面中央部の外板には微少な面外変形が見られたが、本事故による影響かどうかは不明である。それ以外の部位に、特に目立った変形、ひずみは見られなかった (図 4 1、4 2)。



図 4 1 5両目 (Tc1)①②位 前頭部の状況



図 4 2 5両目 (Tc1)②④位間 側面の状況

(6) 1～2両目間の乗り上がり状況

上記 3. 1 (1) 及び (2) で計測・記録された、1両目③④位妻構体及び2両目③④位妻構体の傷・変形の状況から、衝突時に発生した1～2両目間の乗り上がり状況を推測した結果を図 4 3 に模式的に示す。

図 4 3 に示すとおり、1両目が2両目の上側に乗り上がり、その乗り上がり量は、車体の上方向に平均約 80 mm、左方向に平均約 40 mm であったものと推定される。連結器、緩衝装置を介して2両目の緩衝装置の下受板で下方に押し下げる力が作用し、中はり下面フランジ部が引きちぎられ、締結ボルトごと下受板が脱落、緩衝装置が脱落したものと推定される。

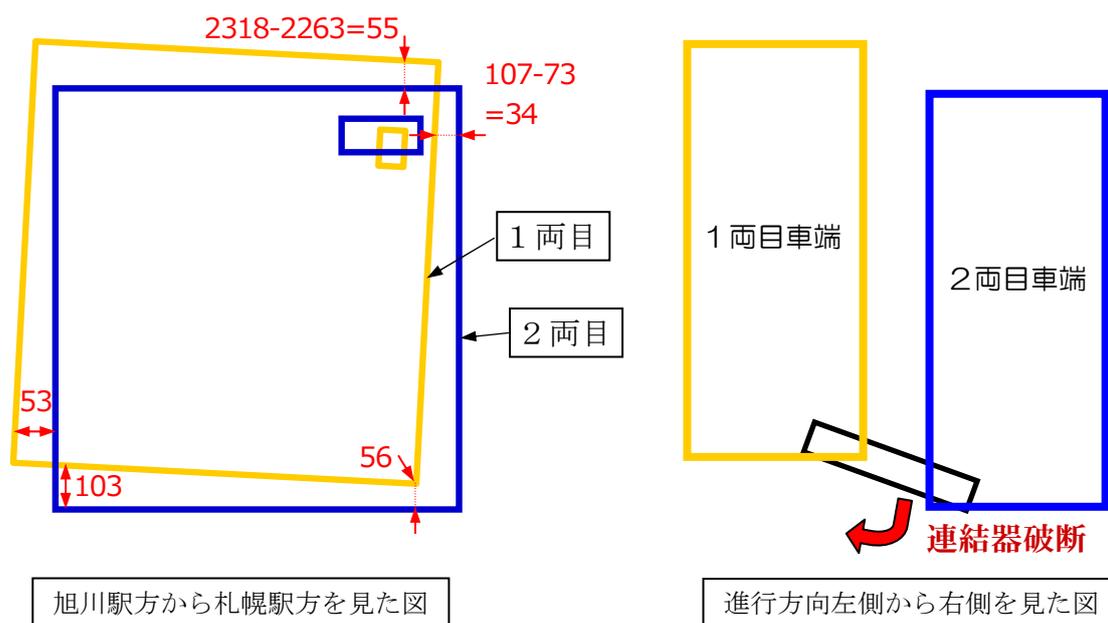


図 4 3 1～2両目間の乗り上がり状況の推測 (模式図) (単位 mm)

3.2 変形量測定

3.2.1 測定方法

(1) 車体長さ測定

車体が衝撃的に圧縮荷重を受けた際に発生する曲げ・圧縮等の変形状況を把握するため、鋼尺、巻尺、治具等を用いて車体の長さ測定を行った。測定部位は高さ方向について、車体側面の台枠上面高さ位置を原則とし、測定区間は①③位、②④位の両側面ともに、端はり～側開き戸ドアフレーム端部～枕はり中心間、前後の枕はり中心間、枕はり中心～側開き戸ドアフレーム端部～端はり間等に分けて測定し、永久変形の有無を確認した。1両目前頭部については、前位側扉位置を基準に、端はりの概略の座標を測定し、圧縮量、曲がり量の概算値を推定した。各車両の測定区間、部位を図44～48に示す。

- ・測定対象車両：1～5両目の全車両（平成22年3月に測定）

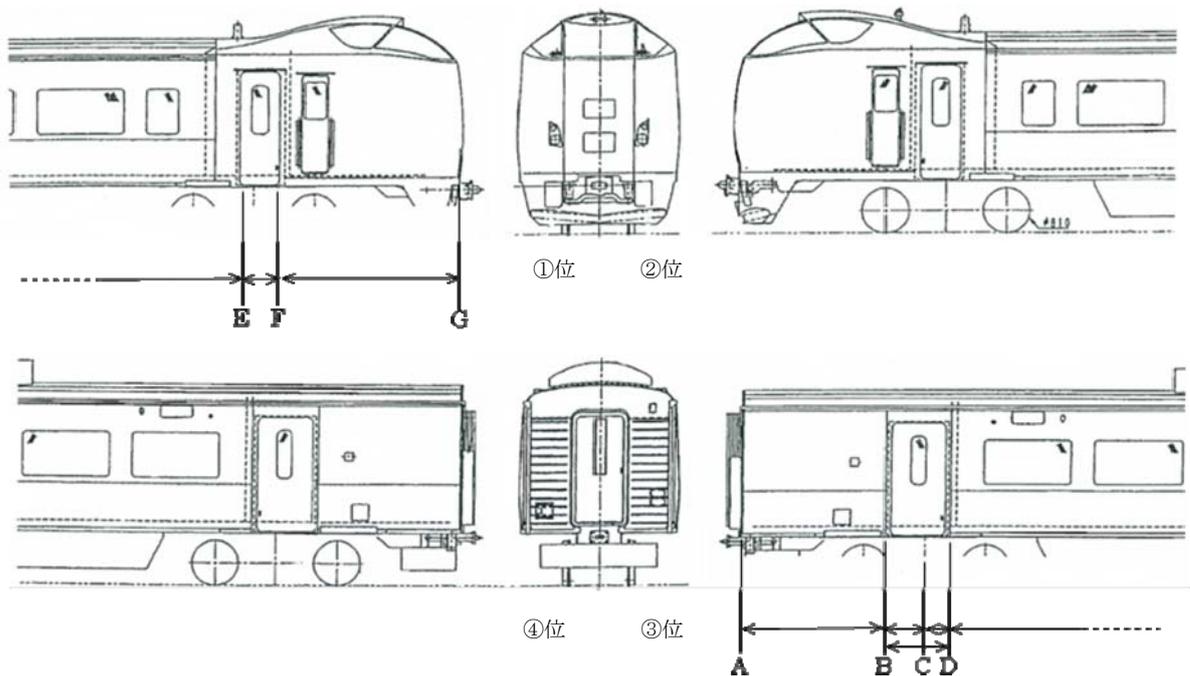


図44 1両目(Tc2) 車体長さの測定部位

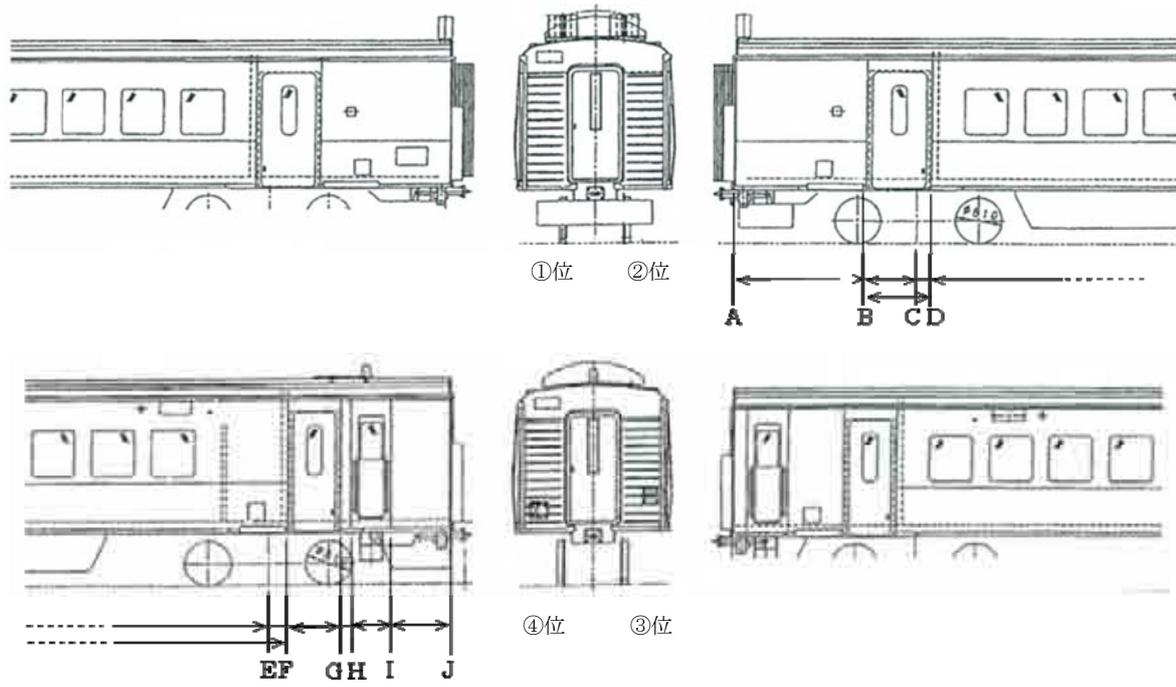


図 4 5 2 両目 (Mu) 車体長さの測定部位

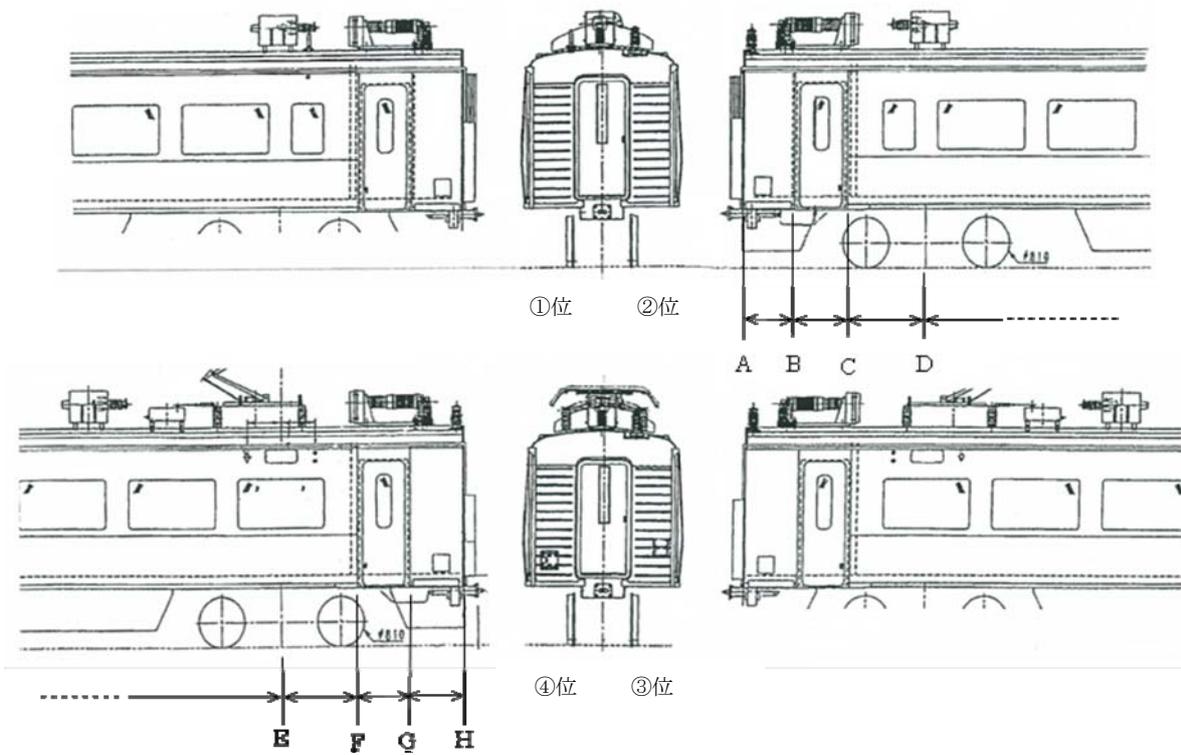


図 4 6 3 両目 (T_A) 車体長さの測定部位

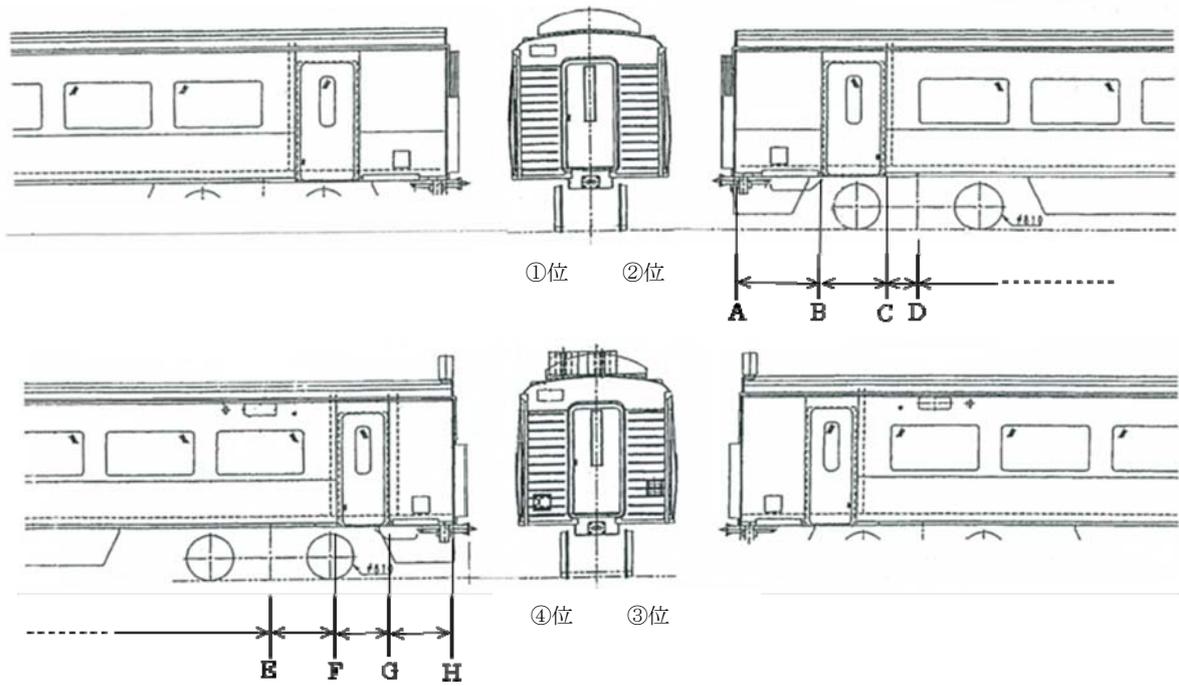


図 4 7 4 両目 (M) 車体長さの測定部位

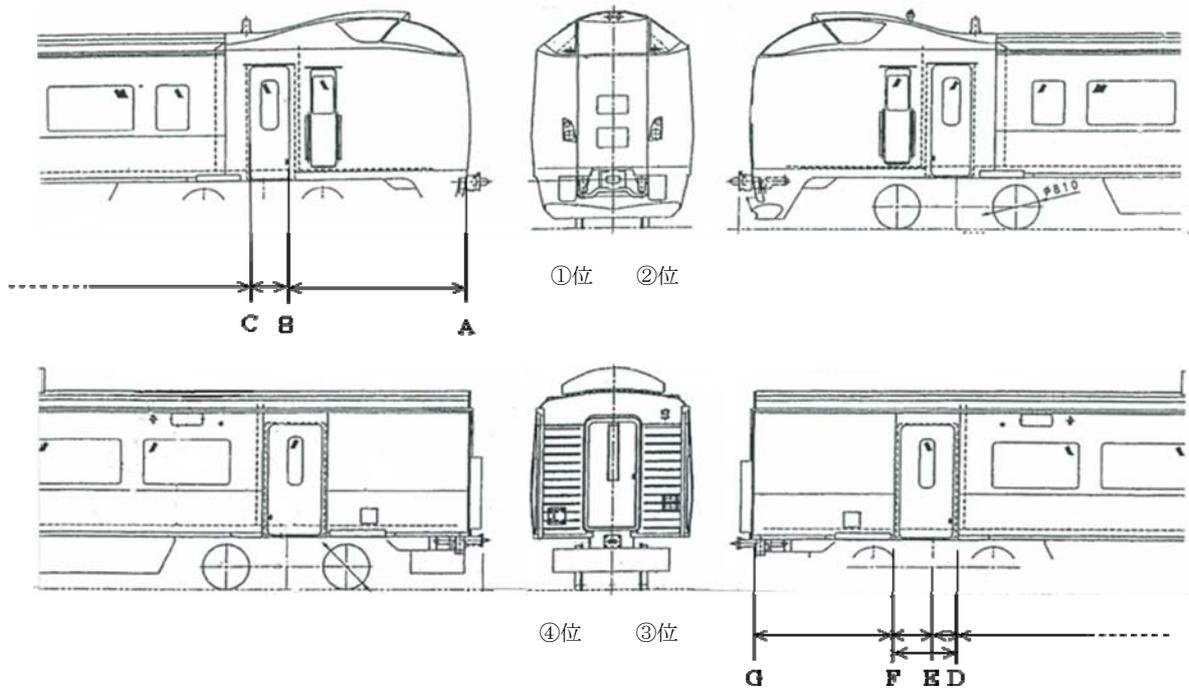


図 4 8 5 両目 (Tc1) 車体長さの測定部位

(2) 連結面における妻構体の変形量測定

連結器の脱落により、連結した車両間の妻構体同士が衝突した部分について、妻構体の変形量、変形形状、衝突痕等を記録した。妻構体左右の貫通路柱部分、左右の隅柱部分について、図49に示すように、台枠から屋根までの間、一定の高さ間隔で測定ポイントを定め、測定治具を用いて、基準となる測定治具から妻面までの前後方向水平距離を鋼尺等で測定し、変形量として記録した。

- ・測定対象車両・部位：1両目(Tc2)③④位、2両目(Mu)①②位、同③④位、3両目(T_A)③④位（1、2両目は平成22年4月に、3両目は同年3月に測定）

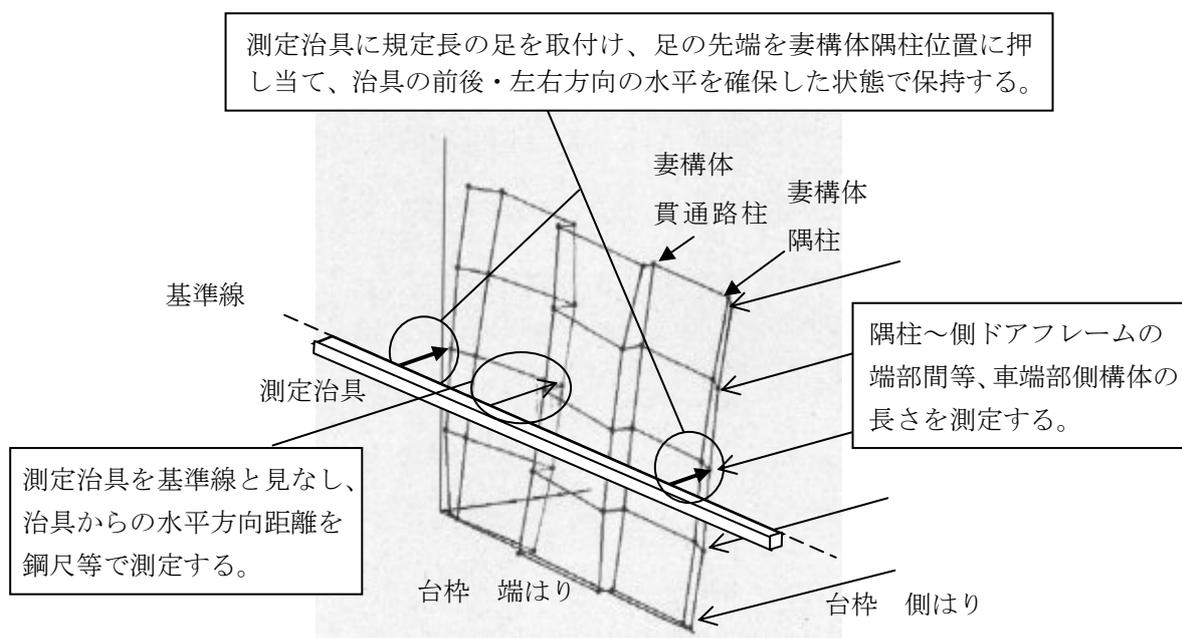


図49 連結面妻構体の変形量測定方法の概要

(3) 台枠高さ測定

車端衝撃を受けたことによる台枠の曲がり、連結器の損傷状況等を記録するため、図50、51に示す車端部台枠の指定位置に対し、レール上面を基準として高さを測定した。測定方法の概要を付図52に示す。

- ・測定対象車両：1～5両目の全車両（1両目は平成22年4月に、2～5両目は同年3月に測定）

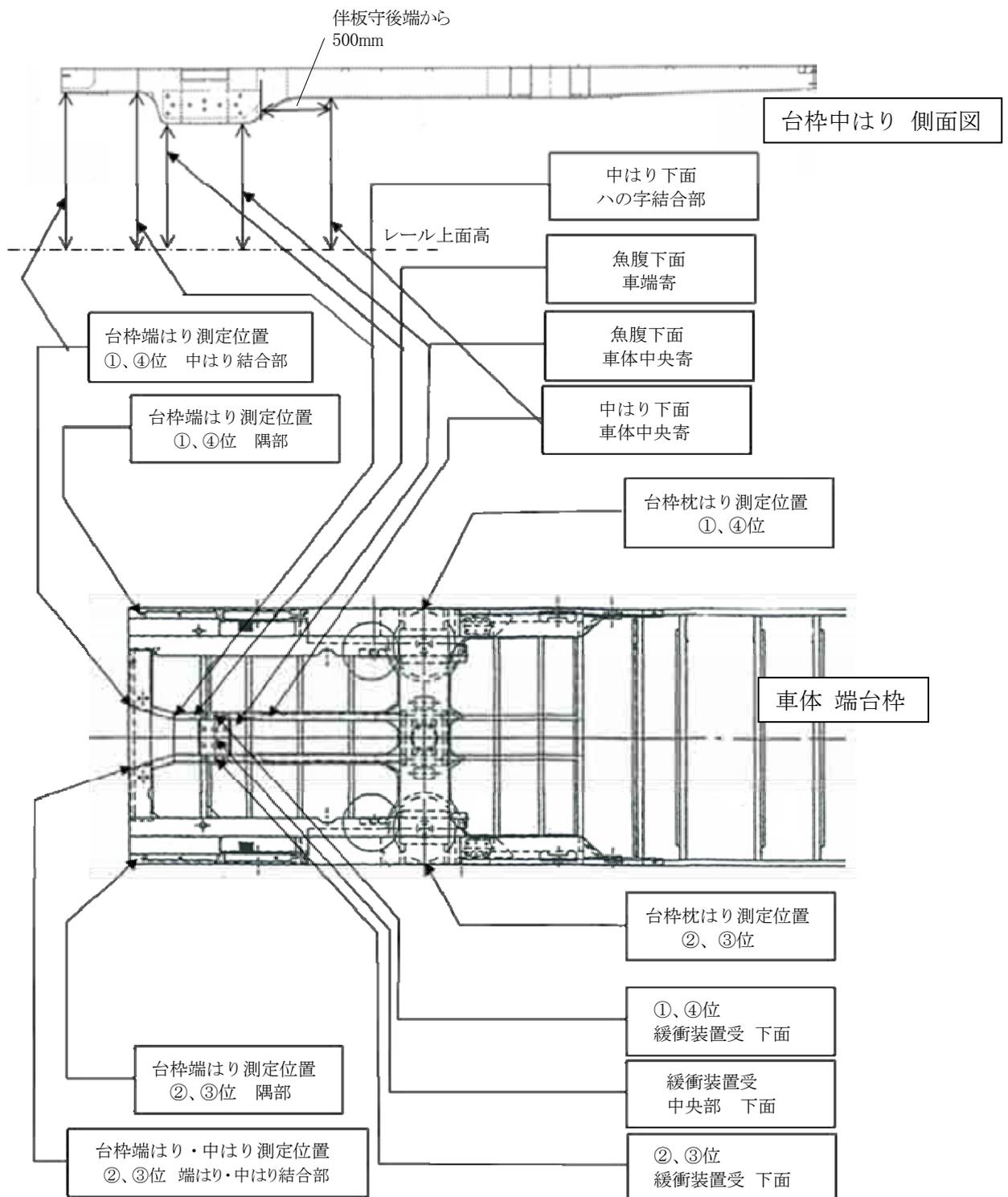


図 5 0 台枠高さの測定位置

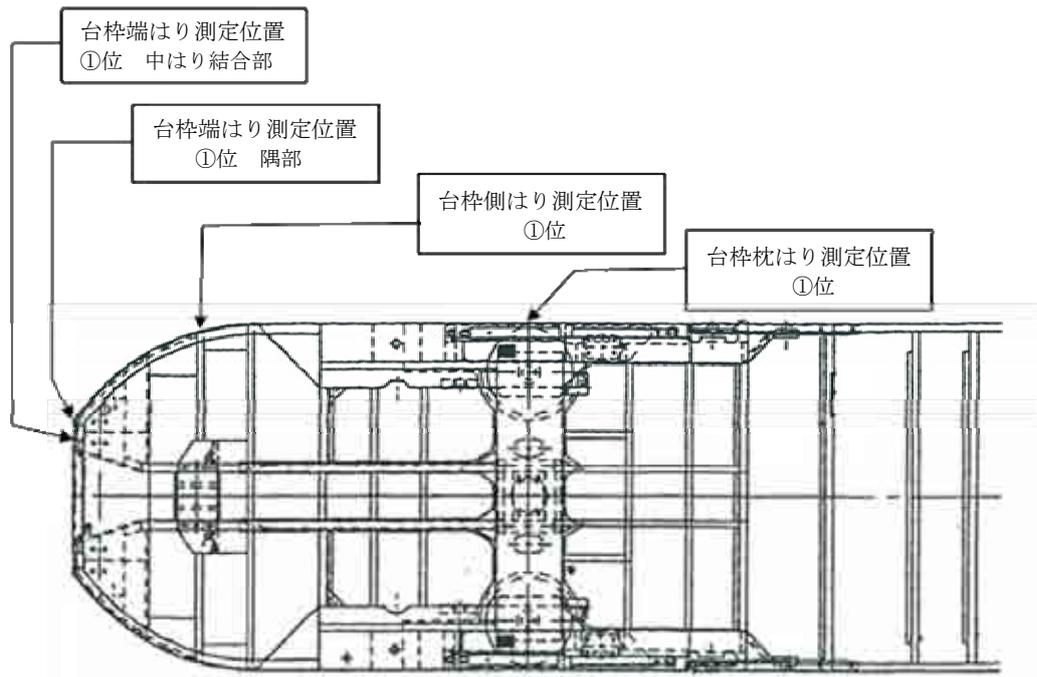


図 5 1 1 両目 (Tc2) ①②位 台枠高さの測定位置

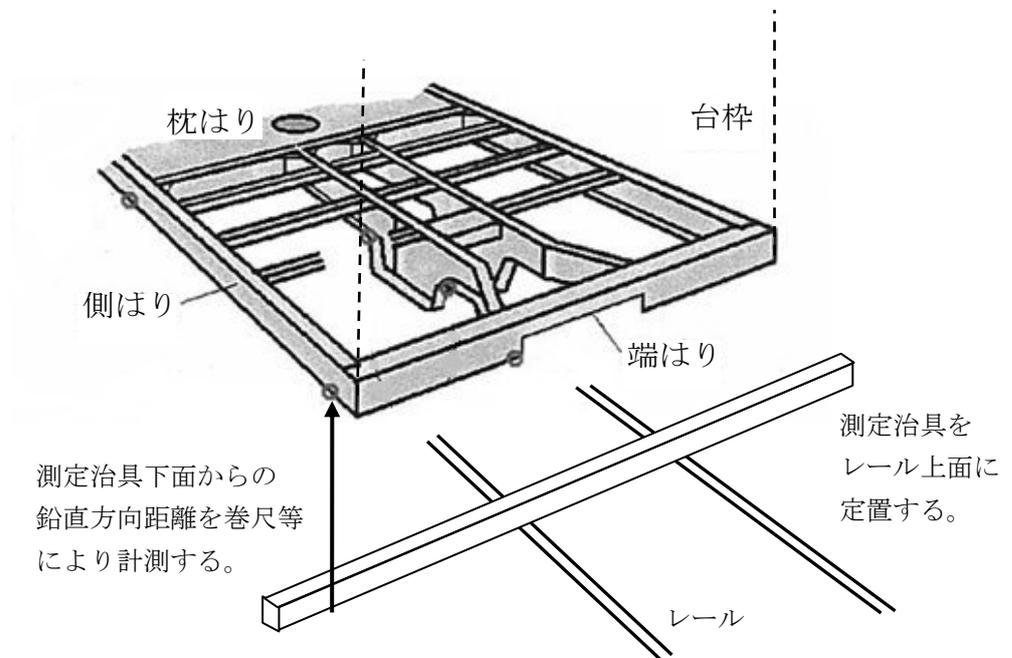


図 5 2 台枠高さの測定方法の概要

車端部台枠端はりに設置されている連結器胴受の状況を記録するため、レール上面高さを基準として、胴受の左右隅部及び胴受中央部の下面の高さを測定・記録した。胴受下面高さの測定位置を図5-3に示す。

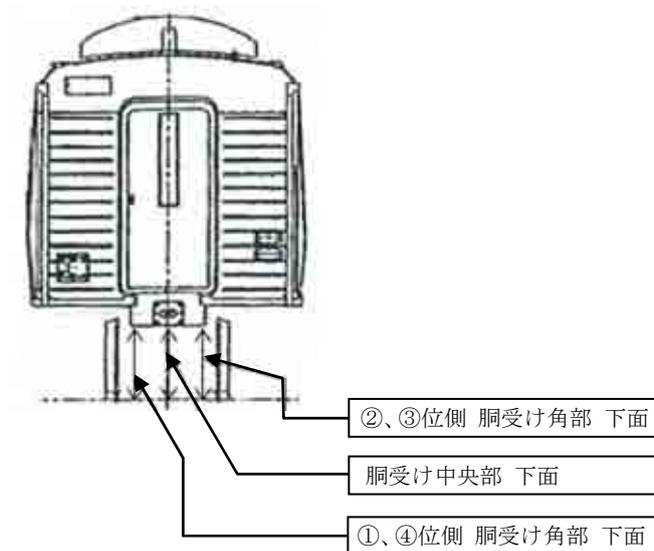


図5-3 胴受下面高さの測定位置

(4) 1両目先頭形状の測定

変形の大きな1両目の前頭部について、三次元計測器を用いた形状測定を実施した。測定範囲は、車両前位の側開き戸より前端の部分とする。

- ・測定対象車両：1両目(Tc2) ①②位 前頭部 (平成22年4月に測定)

(5) 1両目運転室の変形状況

1両目の運転室について、運転士の生存空間に係る主要寸法を巻尺、鋼尺を用いて測定した。測定結果をもとに、運転室の変形状況の概略について作図を行った。

- ・測定対象車両：1両目(Tc2) 運転室 (平成22年4月に測定)

(6) その他、変形量の計測

側構体の溶接部に面外変形が顕著に見られる部分について、1、2両目は溶接部中央から150mm左端を基準とし、また3、4両目は同溶接部のある側窓左端を基準として、側板下面からの高さごとにその右水平方向30cm幅における変形量(凹凸量)を測定した。

- ・測定対象車両：1両目(Tc2)、2両目(Mu)の①③位、同②④位、3両目(T_A)①③位、及び4両目(M) ①③位 (1、2両目は平成22年4月に、3、4両目は同年3月に測定)

3.2.2 測定結果

(1) 車体長さの測定結果

1～5両目の車体長さの測定結果を、各々表1～5に示す。表1～5中のアルファベットは図4.4～4.8中のアルファベット記号を付した測定位置に対応する。変形前後の長さの比較のため、車体の設計図面上で対応する位置・部分の寸法を、同様に表1～5に示す。なお直接的な測定値ではなく、隣接・関連する部位の寸法測定結果等から算出された参考値を、表1～5中において括弧内数値にて示す。

1両目及び5両目については、①②位の車端部端はり位置を基準として長さ測定を実施したが、先頭形状が複雑であり、設計図面の寸法との対比が困難なため、設計図面の関連数値から概略値を算出し、測定値と対比することとした。

表1 1両目(Tc2) 車体長さの測定結果

(単位 mm)

④位	車端～側引戸端～台車中心～側引戸端				側引戸端～側引戸端～車端			②位
図4.4中に示す部位	A	B	C	D	E	F	G	
測定寸法	2501	(699)	428	13728	734			
		1127				3245		
図面寸法	2501	1125		13728	(約 3834)			
③位	車端～側引戸端～台車中心～側引戸端				側引戸端～側引戸端～車端			①位
図4.4中に示す部位	A	B	C	D	E	F	G	
測定寸法	2495	(696)	431	13729	732			
		1127				3637		
図面寸法	2501	1125		13728	(約 3834)			

表2 2両目(Mu) 車体長さの測定結果

(単位 mm)

①位	車端~側引戸~台車中心~側引戸				台車中心	側引戸		乗務員扉	車端	③位
図45中 に示す 部位	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
測定寸法	2318	(881)	245	(14161)	336	929	971	720	242	
		1127		側引戸間 14497						
図面寸法	2316	1125		14495		925	980	705	251	
②位	車端~側引戸~台車中心~側引戸				台車中心	側引戸		乗務員扉	車端	④位
図45中 に示す 部位	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
測定寸法	2318	(879)	247	(14154)	337	925	(173)	720	1041	
		1126		側引戸間 14491						
図面寸法	2316	1125		14495		925	180	705	1051	

表3 3両目(T_A) 車体長さの測定結果

(単位 mm)

①位	車端	側引戸	台車中心		台車中心	側引戸	車端	③位
図46中に 示す部位	A	B	C	D	E	F	G	H
測定寸法	933	927	1332	14400	1336	927	933	
図面寸法	936	925	1338	14400	1338	925	936	
②位	車端	側引戸	台車中心		台車中心	側引戸	車端	④位
図46中に 示す部位	A	B	C	D	E	F	G	H
測定寸法	933	926	1333	14403	1334	927	934	
図面寸法	936	925	1338	14400	1338	925	936	

表4 4両目(M) 車体長さの測定結果

(単位 mm)

①位	車端	側引戸	台車中心	台車中心	側引戸	車端	③位	
図47中に示す部位	A	B	C	D	E	F	G	H
測定寸法	1521	1125	555	14400	1158	926	1109	
図面寸法	1521	1125	552	14400	1163	925	1111	
②位	車端	側引戸	台車中心	台車中心	側引戸	車端	④位	
図47中に示す部位	A	B	C	D	E	F	G	H
測定寸法	1518	1126	553	14402	1159	926	1110	
図面寸法	1521	1125	552	14400	1163	925	1111	

表5 5両目(Tc1) 車体長さの測定結果

(単位 mm)

①位	車端~側引戸端~側引戸端	側引戸間	側引戸~台車中心~側引戸	車端	③位		
図48中に示す部位	A	B	C	D	E	F	G
測定寸法	3831		13731	425	(702)	2504	
	(3574)	(14398)					
図面寸法	(約 3589)	245	13728	1125		2501	
②位	車端~台車中心~側引戸端	側引戸間	側引戸~台車中心~側引戸	車端	④位		
図48中に示す部位	A	B	C	D	E	F	G
測定寸法	3831		13736	425	(701)	2497	
	(3586)	(14396)					
図面寸法	(約 3589)	245	13728	1125		2501	

表1~5に示される数値をもとに、各車前後の台枠端はりの端面から側引戸端部までの距離、前後の側引戸端部間の距離に関する測定結果及び図面から得られる設計上の数値を、表6に示す。また車体全長に相当する数値として、車体端部間の長さに関する測定結果及び設計上の数値を表6に合わせて示す。なお、図面から得られた設計上の数値は表6中の括弧内の数値で示す。

表6 1～5両目 車体長さの測定結果のまとめ

(括弧内の数値は図面から得られる設計上の数値)

(単位 mm)

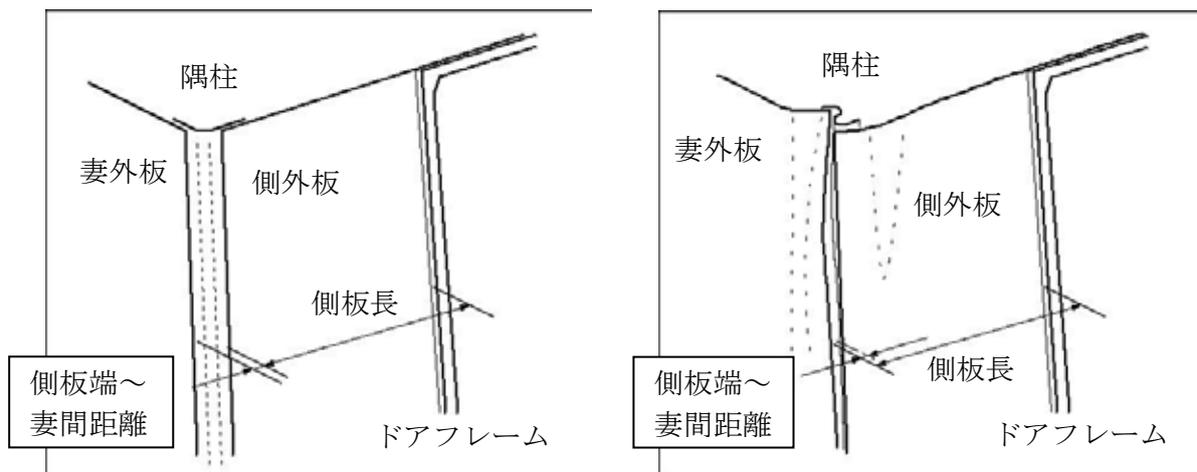
		車端～側引戸袋部	前後側引戸間	側引戸袋部～車端間	車体端部間の長さ
1両目	①③位	3637 (3834)	13728 (13728)	3628 (3626)	20993 (21188)
	②④位	3245 (3834)	13729 (13728)	3622 (3626)	20596 (21188)
2両目	①③位	3445 (3441)	14497 (14495)	2862 (2861)	20804 (20797)
	②④位	3444 (3441)	14491 (14495)	2859 (2861)	20794 (20797)
3両目	①③位	1860 (1861)	17068 (17076)	1860 (1861)	20788 (20798)*
	②④位	1859 (1861)	17070 (17076)	1861 (1861)	20790 (20798)*
4両目	①③位	2646 (2646)	16113 (16115)	2035 (2036)	20794 (20797)
	②④位	2644 (2646)	16114 (16115)	2036 (2036)	20794 (20797)
5両目	①③位	3831 (3834)	13731 (13728)	3631 (3626)	21193 (21188)
	②④位	3831 (3834)	13736 (13728)	3623 (3626)	21190 (21188)

* 小数点以下端数処理のため、全長が他車と一致しない場合がある。

(2) 連結面における妻構体の変形量測定結果

1両目③④位、2両目①②位、同③④位、及び3両目③④位の車端部の変形について、測定値の一覧を表7～10に示す。

なお、表中の側長さの定義は、図54に示すように、側構体のドアフレーム端部から側外板の端部までの距離を側板長、側外板の端部と妻構体の間の距離を側板端～妻間距離とした。



(a) 変形が少ない場合

(b) 妻構体が側外板端部より窪んでいる場合

図54 車端部側長さの測定方法

表7 1両目(Tc2)③④位 車端部の変形の測定結果 (単位 mm)

測定位置 (台枠中心からの高さ)	④位 隅柱	④位 貫通路柱	③位 貫通路柱	③位 隅柱
軒高さ(屋根・側結合部)	2491	242	248	2463
2000mm	2493	測定困難	測定困難	2456
1500mm	2484	267	254	2460
1000mm	2483	256	246	2486
500mm	2495	246	234	2481
250mm	2495	241	230	2478
80mm	2501	249	250	2510
台枠中心位置	2500	265	279	2492
台枠下面位置	2501	257	265	2503

表8 2両目(Mu)①②位 車端部の変形の測定結果 (単位 mm)

測定位置 (台枠中心からの高さ)	①位 隅柱	①位 貫通路柱	②位 貫通路柱	②位 隅柱
軒高さ(屋根・側結合部)	2318	247	252	2318
2000mm	2310	241	254	2296
1500mm	2308	240	263	2298
1000mm	2313	232	248	2300
500mm	2318	231	238	2302
250mm	2310	233	234	2302
80mm	2318	247	246	2316
台枠中心位置	2315	254	252	2317
台枠下面位置	2315	248	250	2319

表9 2両目(Mu)③④位 車端部の変形の測定結果

(単位 mm)

測定位置 (台枠中心からの高さ)	④位 隅柱	④位 貫通路柱	③位 貫通路柱	③位 隅柱
軒高さ(屋根・側結合部)	1940	251	244	1939
2000mm	1934	252	259	1938
1500mm	1926	244	263	1927
1000mm	1922	235	254	1908
500mm	1911	223	249	1894
250mm	1900	224	241	1884
80mm	1938	252	262	1938
台枠中心位置	1931	250	256	1938
台枠下面位置	1939	244	245	1934

表10 3両目(T_A)③④位 車端部の変形の測定結果

(単位 mm)

測定位置 (台枠中心からの高さ)	④位 側長さ		④位 隅柱	④位 貫通路柱	③位 貫通路柱	③位 隅柱	③位 側長さ	
	側板長	側板端～ 妻間距離					側板長	側板端～ 妻間距離
軒高さ(屋根・側結合部)	935	20	/	255	259	/	936	20
2000mm	935	20	248	260	260	258	931	15
1500mm	923	10	292	287	259	268	918	1
1000mm	917	0	272	266	260	281	917	-4
500mm	919	-5	279	269	271	283	917	-13
250mm	/	/	267	257	265	260	/	/
台枠上面	/	/	261	239	244	247	/	/
80mm	/	/	252	238	239	239	/	/
台枠中心位置	916	18	243	243	241	241	917	0

注) 変形の結果、隅柱、妻外板が側外板の端部よりも窪んでいる部分があった。この場合、側板端～妻間距離の値を負の値としている。

図4-9中で示される測定治具の足の脚長は、1両目③④位、2両目①②位及び同③④位の測定においては左右いずれも242mm、3両目③④位の測定においては④位側243mm、③位側241mmで、これらの数値を用いて換算した隅柱、貫通路柱位置の妻構え変形量を表1-1～1-4に示す。

表1-1 1両目(Tc2)③④位 車端部の変形量換算値 (単位 mm)

測定位置 (台枠側構継ぎ目からの高さ)	④位隅柱	④位貫通路柱	③位貫通路柱	③位隅柱
軒高さ(屋根・側結合部)	12	21	36	40
2000mm	10	測定困難	測定困難	47
1500mm	19	52	46	43
1000mm	20	32	22	17
500mm	8	16	9	22
250mm	8	12	7	25
台枠上面	2	5	4	-8
80mm	1	27	43	9
台枠中心位置	0	14	22	-2

(負の値は膨出量を示す。)

表1-2 2両目(Mu)①②位 車端部の変形量換算値 (単位 mm)

測定位置 (台枠側構継ぎ目からの高さ)	①位隅柱	①位貫通路柱	②位貫通路柱	②位隅柱
軒高さ(屋根・側結合部)	-1	5	10	-1
2000mm	8	11	29	22
1500mm	10	11	37	20
1000mm	5	-1	19	18
500mm	-1	-6	6	16
250mm	8	1	5	16
80mm	-1	5	5	2
台枠中心位置	1	12	10	-1
台枠下面位置	1	6	6	-3

(負の値は膨出量を示す。)

表 1 3 2 両目 (Mu) ③④位 車端部の変形量換算値

(単位 mm)

測定位置 (台枠側構継ぎ目からの高さ)	④位隅柱	④位貫通路柱	③位貫通路柱	③位隅柱
軒高さ (屋根・側結合部)	-3	7	0	-2
2000mm	4	12	18	-1
1500mm	12	13	32	11
1000mm	16	13	37	30
500mm	27	13	45	44
250mm	38	25	47	54
80mm	-1	10	20	-1
台枠中心位置	5	11	14	-2
台枠下面位置	-3	1	3	2

(負の値は膨出量を示す。)

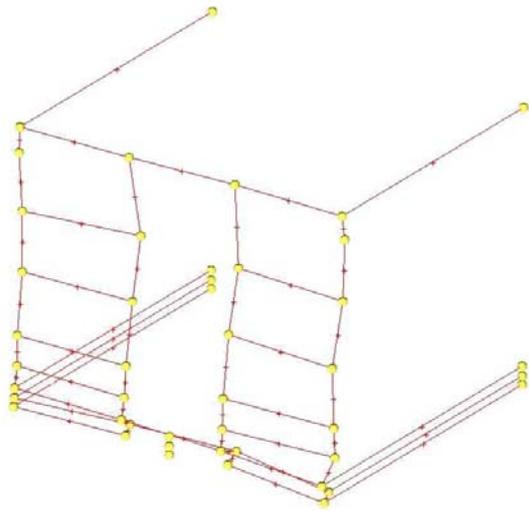
表 1 4 3 両目 (T_A) ③④位 車端部の変形量換算値

(単位 mm)

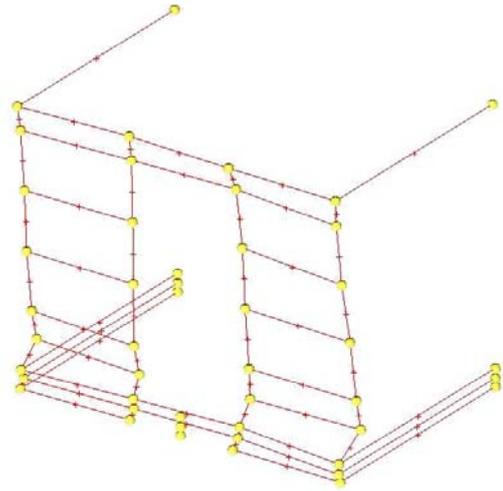
測定位置 (台枠側構継ぎ目からの高さ)	④位隅柱	④位貫通路柱	③位貫通路柱	③位隅柱
軒高さ (屋根・側結合部)		12	18	
2000mm	5	17	19	17
1500mm	49	44	18	27
1000mm	29	23	19	40
500mm	36	26	30	42
250mm	24	14	24	19
台枠上面	18	-4	3	6
80mm	9	-5	-2	-2
台枠中心位置	0	0	0	0

(負の値は膨出量を示す。)

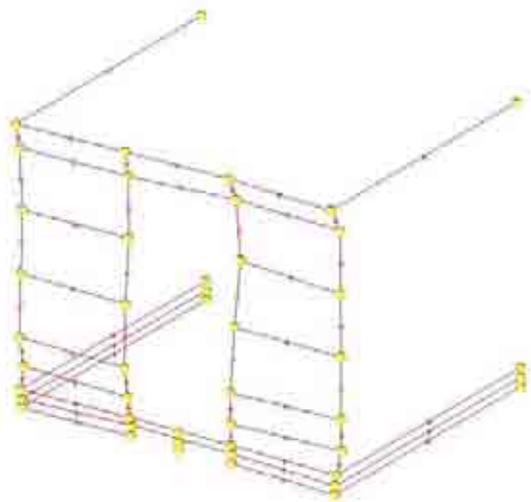
表 1 1～1 4 に示す数値を用いて、1 両目③④位、2 両目①②位、2 両目③④位及び3 両目③④位の各車端部の変形状況を三次元座標で作図した結果を、図 5 5 に示す。



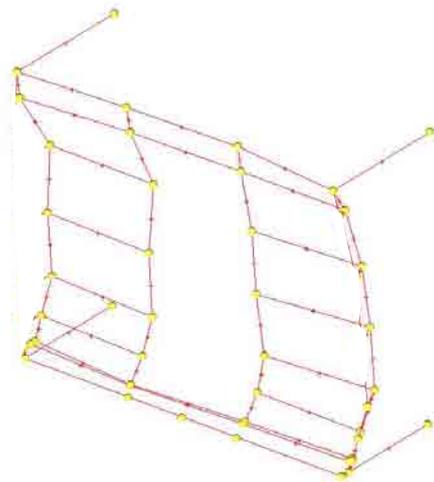
(a-1) 1 両目 (Tc2) ③④位



(a-2) 2 両目 (Mu) ③④位



(b-1) 2 両目 (Mu) ①②位



(b-2) 3 両目 (TA) ③④位

図 5 5 車端部の変形状況

(注) いずれも車体長手方向の変形量を 5 倍に拡大して作図。

(3) 台枠高さの測定結果

レール上面からの、台枠枕はり(空気ばね座下面)、中はり下面、台枠端はり下面、並びに連結器、緩衝装置の下受板下面及び胴受下面の高さに関する測定結果をそれぞれ表15～18に示す。

表15 台枠枕はり(空気ばね座下面)のレール上面からの高さの測定結果 (単位 mm)

	①位	②位	③位	④位
1両目	895	893	895	902
2両目	905	893	894	903
3両目	904	905	894	901
4両目	894	938	892	938
5両目	926	913	938	920

表16 台枠中はり下面のレール上面からの高さの測定結果 (単位 mm)

		中はり端はり 結合部	中はり ハの字結合部	魚腹下面 車端側	魚腹下面 車体中央寄	中はり下面 車体中央寄
1両目	①位	プラウ取付座 付け根 920	測定困難	測定困難	672	856
	②位	プラウ取付座 付け根 894	測定困難	測定困難	662	849
	③位	908	916	725	726	888
	④位	911	919	726	726	887
2両目	①位	916	921	729	727	815
	②位	911	928	725	724	883
	③位	915	910	717	729	測定困難
	④位	917	911	723	728	測定困難
3両目	①位	925	930	測定困難	735	893
	②位	925	926	測定困難	734	890
	③位	910	911	718	720	879
	④位	912	914	721	722	884
4両目	①位	923	928	734	736	895
	②位	934	937	(743)*	744	900
	③位	925	933	739	733	894
	④位	936	937	744	744	900
5両目	①位	プラウ取付座 付け根 948	947	751	746	902
	②位	プラウ取付座 付け根 942	942	748	744	900
	③位	948	測定困難	測定困難	755	910
	④位	947	測定困難	測定困難	757	911

* 空気が干渉のため参考値

(注) 表中の各部の名称は、図50を参照。

表 1 7 台枠端はり下面のレール上面からの高さの測定結果

(単位 mm)

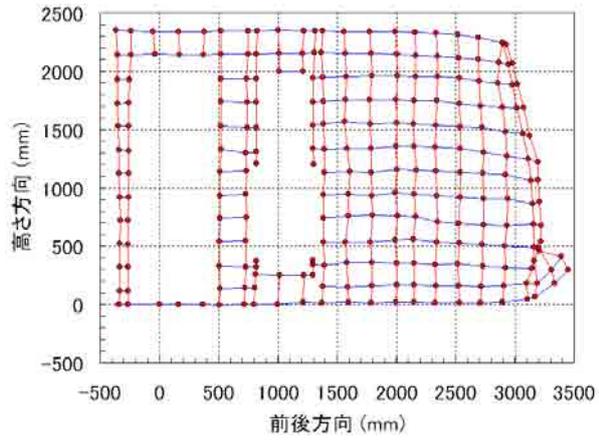
		①④側 隅部	①④側 中はり結合部	②③側 中はり結合部	②③側 隅部	①側 側はり部	②側 側はり部
1 両目	①②位	1234	1259	1395	1411	920	894
	③④位	928	911	908	921	—	—
2 両目	①②位	923	916	911	921	/	
	③④位	927	917	915	920		
3 両目	①②位	940	925	925	931		
	③④位	911	912	910	906		
4 両目	①②位	916	923	934	958		
	③④位	959	936	925	918		
5 両目	①②位	カバー有につき 測定困難	カバー有につき 測定困難	カバー有につき 測定困難	カバー有につき 測定困難		
	③④位	947	947	948	965		

表 1 8 連結器、緩衝装置受下面、胴受下面のレール上面からの高さの測定結果 (単位 mm)

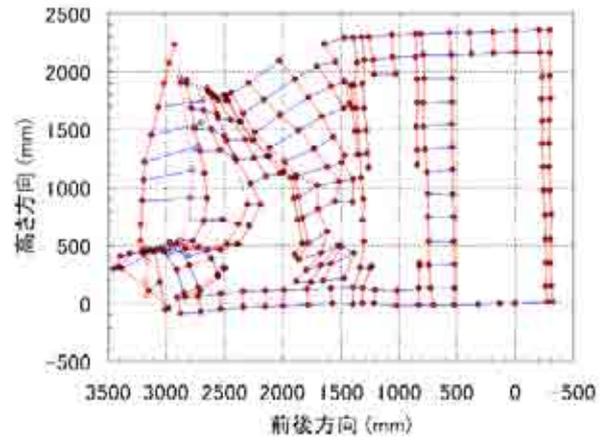
		①④側 胴受 角部下面	胴受 中央部 下面	②③側 胴受角部 下面	①④側 緩衝装置 受 下面	緩衝装置受 中央部 下面	②③側 緩衝装置 受 下面
1 両目	①②位	測定困難	測定困難	測定困難	634	627	623
	③④位	616	599	605	706	705	704
2 両目	①②位	615	599	612	705	702	702
	③④位	脱落	脱落	脱落	脱落 (中はり下フラン ジ約35下がり)	脱落	脱落 (中はり下フラン ジ約35下がり)
3 両目	①②位	630	626	630	710	710	709
	③④位	618	533	620	脱落	脱落	脱落
4 両目	①②位	630	634	640	709	715	720
	③④位	642	635	637	721	714	713
5 両目	①②位	適用外	適用外	適用外	725	722	720
	③④位	650	651	653	測定困難	測定困難	測定困難

(4) 1 両目前頭部形状の測定結果

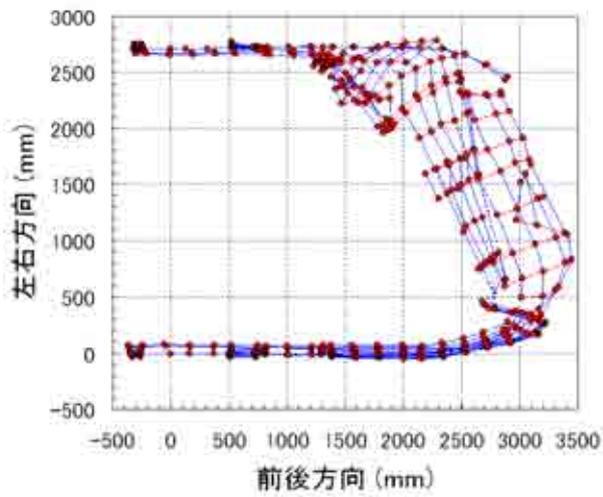
1 両目前頭部の変形状況を、三次元計測器により、主要部材の位置及び顕著な変形位置を中心とし、概ね 200mm 間隔のメッシュ状になるようポイントを定め、三次元座標値を計測した結果を図 5 6、5 7 に示す(測定値は付録 2 を参照)。



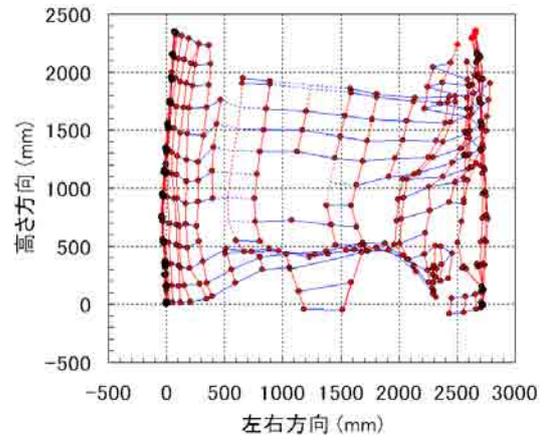
(a) 右側面図 (①位側)



(b) 左側面図 (②位側)

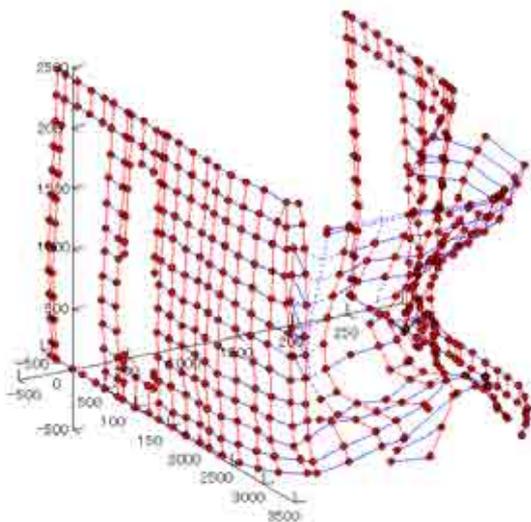


(c) 上方図

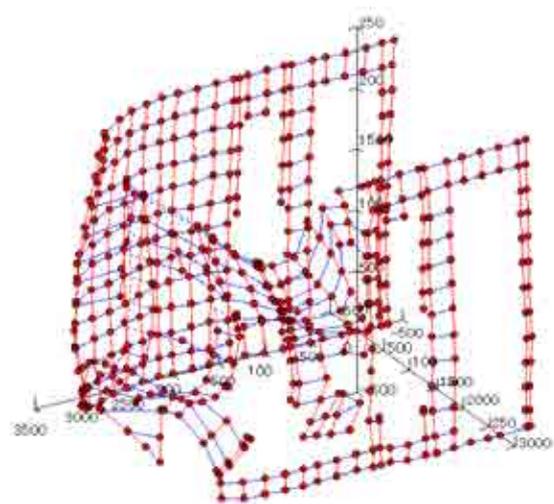


(d) 前方図

図 5.6 1両目(Tc2)前頭部の変形状況の三次元測定結果



(a) ①位側



(b) ②位側

図 5.7 1両目(Tc2)前頭部の変形状況の三次元測定結果 (鳥瞰図)

(5) 1 両目運転室の変形状況

1 両目運転室の、運転士の生存空間に係る主要寸法を、巻尺、鋼尺を用いて測定した。測定位置を図 5 8 に、損傷状況を図 5 9 に、測定結果を表 1 9 に示す。

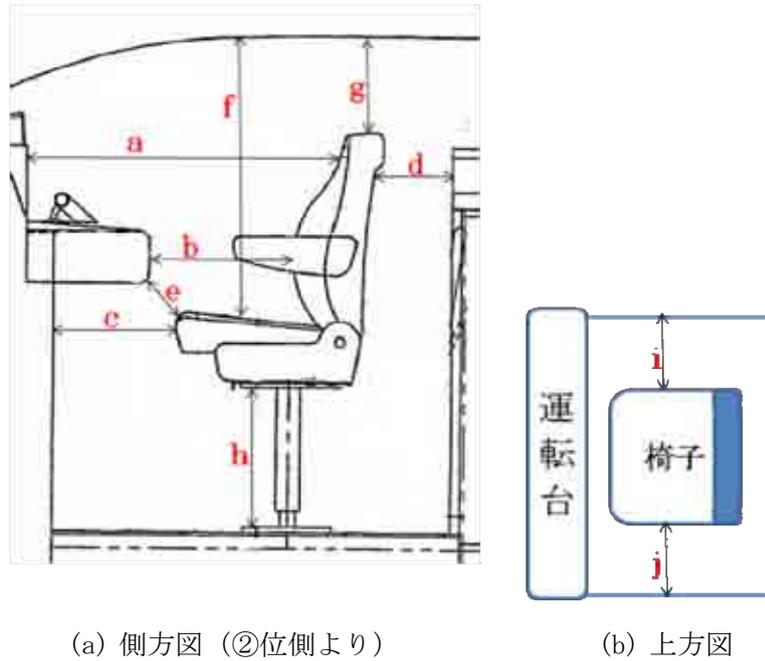


図 5 8 運転室の寸法測定位置



ペダル (一番近い障害物) との距離 190mm

- 事故車のシートポジションは最前位置となっていたが、もともとそのように設定していたのか、それとも衝撃により前方にスライドしたのかは不明
- 事故後もサバイバルスペースが確保されているが、足下の扉の開口や、ペダルの接近が見られた

図 5 9 1 両目 (Tc2) 運転室の損傷状況

表 1 9 1 両目 (Tc2) 運転室の生存空間に関する寸法の測定結果 (単位 mm)

位置	本件列車の 1 両目	同型車両	
		(シートポジション最前) 本件列車の車両と同位置	(シートポジション中立位置)
a	973	934	1035
b	554	455	514
c	231	392	468
d	0	605	535
e	226	95	150
f	1123	922	←
g	575	412	←
h	484	461	←
i (運転席右側スペース)	223	541	←
j (運転席左側スペース)	262	422	←

測定結果をもとに、1 両目運転室の変形状況の概略について作図を行った。図 6 0、6 1 中において、変形前のオリジナルの位置を灰色にて、変形後の位置、形状を黒色にて示す。また鳥瞰図を図 6 2 に示す。

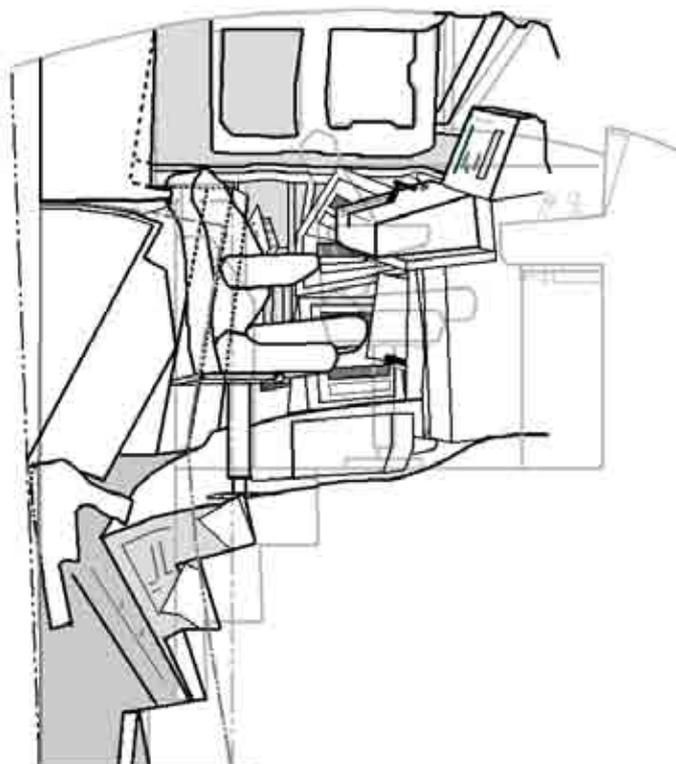


図 6 0 1 両目 (Tc2) 運転室の変形状況を示す側方図 (灰色：変形前、黒色：変形後)

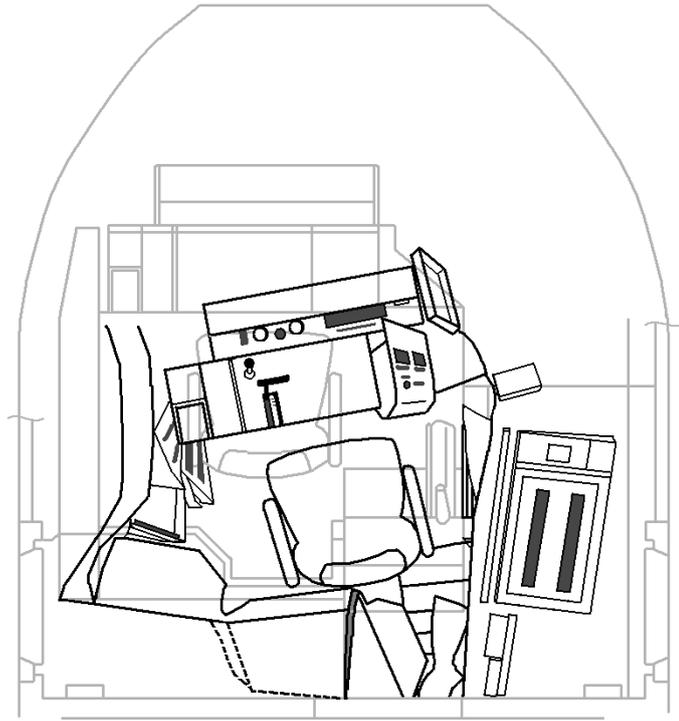


図 6 1 1 両目 (Tc2) 運転室の変形状況を示す上方図 (灰色 : 変形前、黒色 : 変形後)

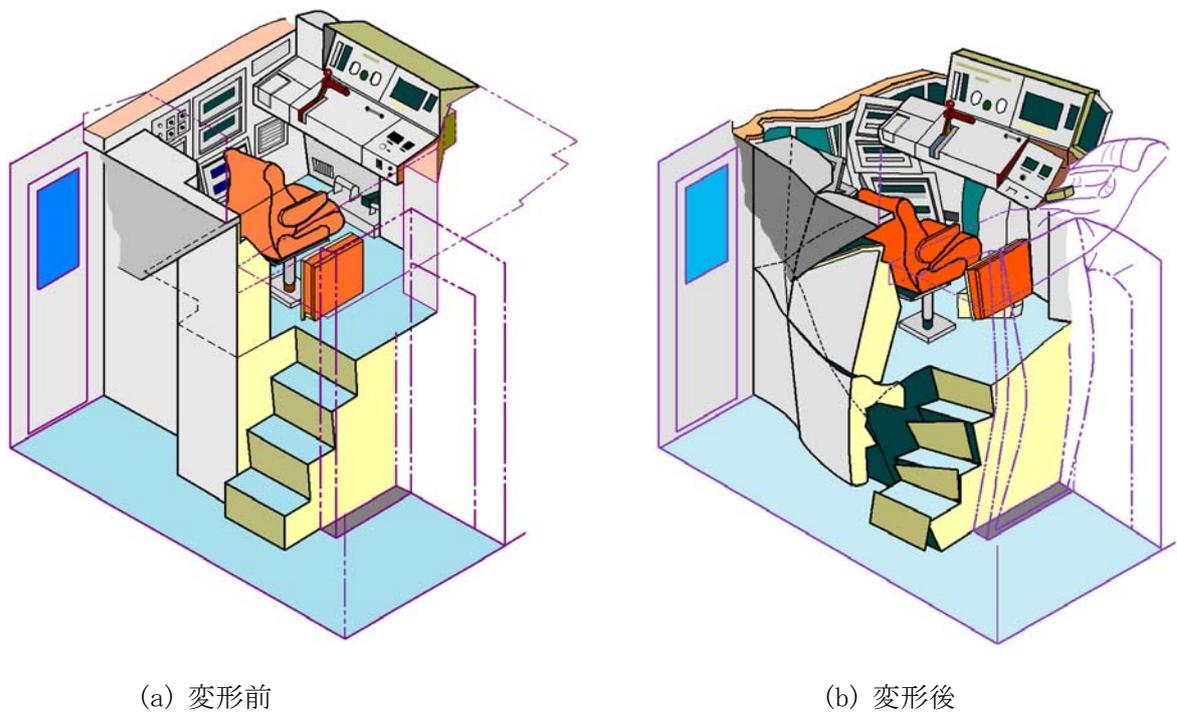


図 6 2 1 両目 (Tc2) 運転室の変形前後を示す鳥瞰図

(6) その他、変形量の計測結果

1両目①③位間と②④位間、2両目①③位間と②④位間、3両目①③位間及び4両目①③位間の側構体中央部の面外変形について、その位置、測定状況を図6-3～6-8に、また測定結果を表2-0～2-5に示す。なお、表中の負の値は膨出量を示す。



図6-3 1両目(Tc2)①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況



図6-4 1両目(Tc2)②④位間の側構体中央部 面外変形の測定状況

表2-0 1両目(Tc2)①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果 (単位 mm)

側板下面からの高さ	基準点		溶接左端		溶接右端		基準点から300mm	
	測定位置	変位量	測定位置	変位量	測定位置	変位量	測定位置	変位量
850mm	0	2	120	3	180	1	300	2
790mm	0	4	120	7	180	0	300	1
650mm	0	2	120	7	180	2	300	1
500mm	0	2	120	6	180	-2	300	-2
250mm	0	2	120	5	180	-2	300	0
0mm	0	0	120	1	180	1	300	1

表2-1 1両目(Tc2)②④位間の側構体中央部 面外変形の測定結果 (単位 mm)

側板下面からの高さ	基準点		溶接左端		溶接右端		基準点から300mm	
	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量
850mm	0	-1	120	-1	180	-2	300	0
790mm	0	-1	120	-4	180	-3	300	-1
650mm	0	-1	120	0	180	-1	300	-2
500mm	0	-2	120	-3	180	-2	300	-1
250mm	0	0	120	-1	180	0	300	-1
0mm	0	1	120	0	180	0	300	0



図 6 5 2 両目 (Mu) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況

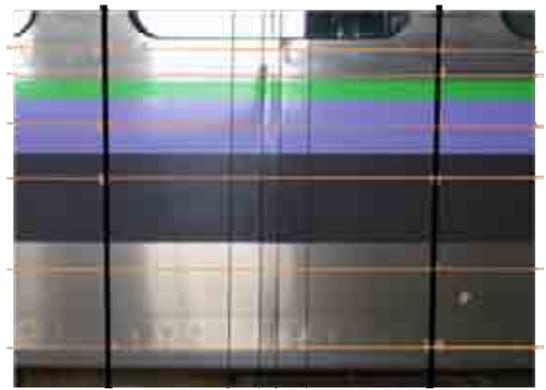


図 6 6 2 両目 (Mu) ②④位間の側構体中央部 面外変形の測定状況

表 2 2 2 両目 (Mu) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果 (単位 mm)

側板下面 からの高さ	基準点		溶接左端		溶接右端		基準点から 300mm	
	測定位置	変位量	測定位置	変位量	測定位置	変位量	測定位置	変位量
850mm	0	0	120	-2	180	1	300	1
790mm	0	1	120	1	180	3	300	0
650mm	0	1	120	1	180	9	300	5
500mm	0	-1	120	-1	180	7	300	5
250mm	0	0	120	0	180	3	300	3
0mm	0	0	120	-1	180	-1	300	-1

表 2 3 2 両目 (Mu) ②④位間の側構体中央部 面外変形の測定結果 (単位 mm)

側板下面 からの高さ	基準点		溶接左端		溶接右端		基準点から 300mm	
	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量
850mm	0	0	120	0	180	-1	300	0
790mm	0	0	120	2	180	0	300	-1
650mm	0	4	120	8	180	2	300	1
500mm	0	4	120	5	180	-1	300	0
250mm	0	3	120	3	180	-1	300	0
0mm	0	1	120	0	180	0	300	1

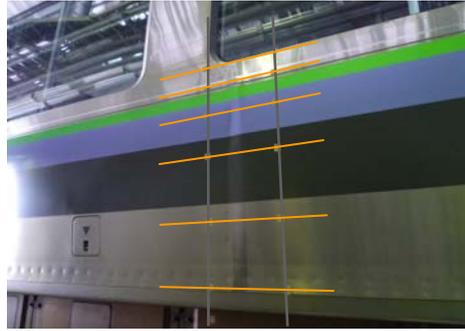


図 6 7 3 両目 (TA) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況

表 2 4 3 両目 (TA) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果 (単位 mm)

側板下面 からの高さ	基準点		変形の谷線		変形の尾根線		変形の谷線		基準点から 300mm	
	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量
880mm	0	0	93	-3	137	1	157	2	300	0
790mm	0	0	79	-3	132	4	190	0	300	0
670mm	0	0	116	-2	165	4	215	0	300	0
500mm	0	0	98	0	160	6	232	0	300	0
250mm	0	0	94	0	160	4			300	0
0mm	0	0							300	0

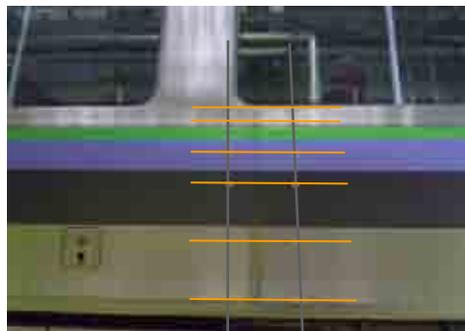


図 6 8 4 両目 (M) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定状況

表 2 5 4 両目 (M) ①③位間の側構体中央部 面外変形の測定結果 (単位 mm)

側板下面 からの高さ	基準点		変形の谷線		変形の尾根線		変形の谷線		基準点から 300mm	
	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量	測定位置	変形量
880mm	0	0	95	0	125	3	165	0	300	0
790mm	0	0	73	-1	138	4	180	0	300	0
670mm	0	0	87	0	115	3	155	0	300	0
500mm	0	0	86	-1	166	6			300	0
250mm	0	0	85	-1	147	4			300	0
0mm	0	0							300	0

4. まとめ

平成22年1月29日、北海道旅客鉄道株式会社 函館線 深川駅～妹背牛駅間で発生した列車脱線事故について、関係の車両5両が受けた損傷の程度及び全体の変位量等の調査、車両各部位の損傷箇所及び変形量、列車前頭部の変形状況、並びに運転室の変形状況等に関する詳細調査を実施した結果から、車両の変形状況について、以下にまとめる。

- (1) 1両目は前頭部が大破しており、車体長手方向の最大変形量は車端部端はり位置を基準とする場合、進行方向の左側面で約60cm、右側面で約20cmであった。

高床式の運転席の床下は圧壊し、空間はほとんど残されていない状況であった。

運転席床上の運転士の空間は、変形の影響により縮小されているものの、一定の生存空間が残されていた。一方、運転士足元に存在する機器室の開閉扉が変形するなどして、一部、生存空間を侵食しており、運転士の傷害の一因となったものと考えられる。

- (2) 1～2両目間では、2両目③④位の連結器、緩衝装置及び下受板が脱落していた。連結器の脱落により1両目2両目双方の車両は妻面同士が衝突したのと考えられる。双方の車両の車端部及びその側面の構体には、いずれも車端から車体長手方向に圧縮を受けたことによると考えられる変形が見られた。

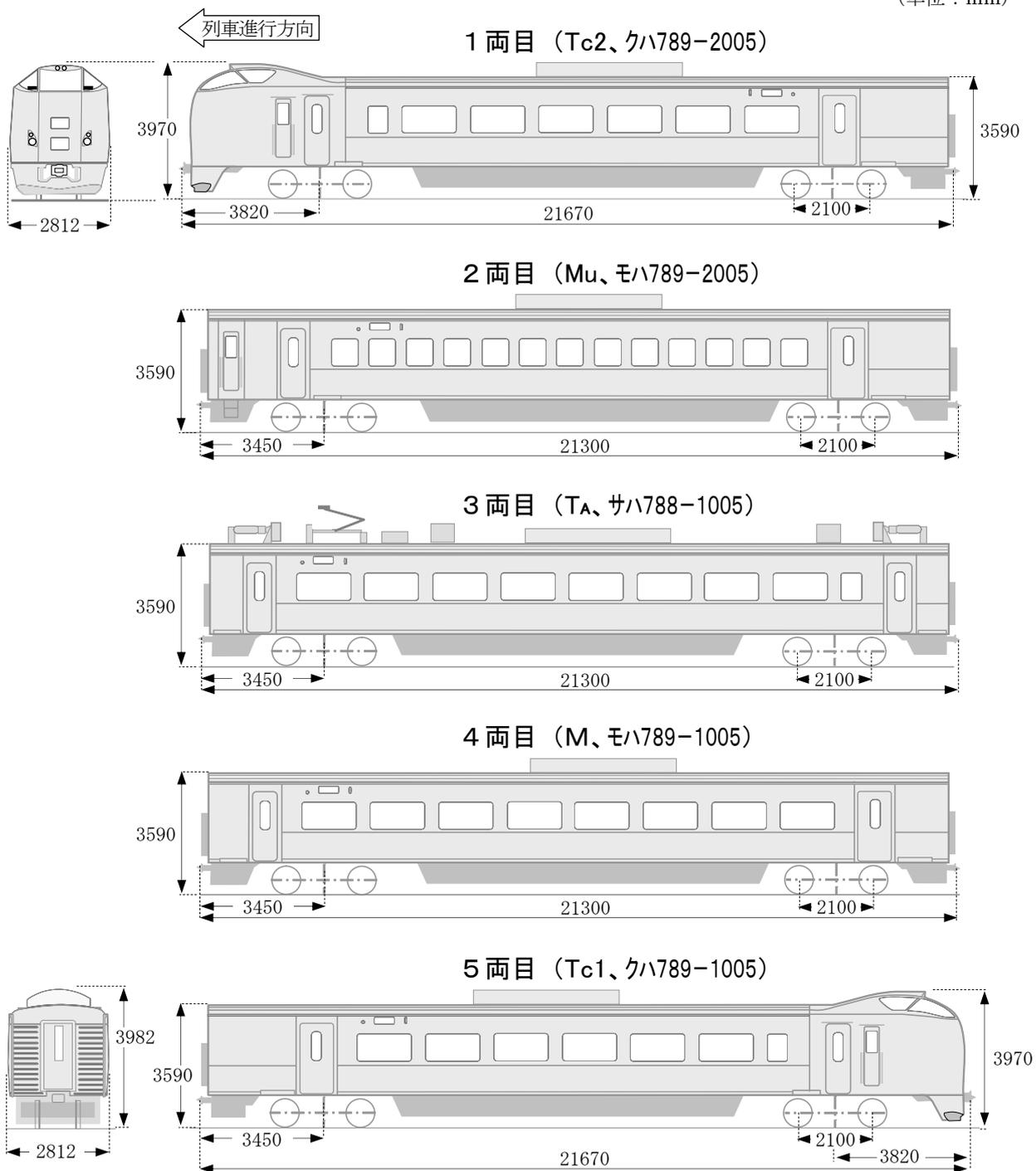
1両目は2両目に乗り上がり、その乗り上がり量は平均して、車体の上方向に約80mm、左方向に約40mmであったものと推定される。連結器、緩衝装置を介して2両目の緩衝装置の下受板で下方に押し下げる力が作用し、中はり下面フランジ部が引きちぎられ、締結ボルトごと下受板が脱落、緩衝装置が脱落したものと推定される。

- (3) 2～3両目間では、3両目③④位の連結器、緩衝装置及び下受板が脱落しており、同部位の胴受は下向きに曲げる力を受けたことによると考えられる変形が生じた。連結器の脱落により2両目3両目双方の車両は妻面同士が衝突したのと考えられる。双方の車両の車端部及びその側面の構体には、いずれも車端から車体長手方向に圧縮を受けたことによると考えられる変形が見られた。

- (4) 1～3両目の車内内装について、仕切板、ドア、内装パネル等に変形や擦過痕が見られた。

付録 1. 車両形式図

(単位 : mm)



編成位置	1 両目	2 両目	3 両目	4 両目	5 両目
記号番号	クハ789-2005	モハ789-2005	サハ788-1005	モハ789-1005	クハ789-1005
空車質量	39.0 t	42.0 t	41.0 t	40.5 t	39.0 t
定員	50名	49名	68名	64名	52名
新製年月	平成19年9月				

付録 2. 前頭部形状測定結果

(3.2.2 (4) 参照)

No.	座標 (車両右側, 側はり下辺の枕はり中心位置を原点)		
	X (長手方向)	Y (左右方向)	Z (高さ方向)
	前方に+	右側に+	上側に+
	mm	mm	mm
1	-342	0	0
2	-334	-2	119
3	-333	-13	319
4	-331	-24	523
5	-330	-34	720
6	-337	-26	921
7	-343	-11	1126
8	-339	3	1327
9	-348	17	1530
10	-351	30	1725
11	-356	47	1928
12	-353	60	2140
13	-366	75	2349
14	-240	74	2344
15	-240	59	2138
16	-255	44	1929
17	-258	30	1729
18	-259	18	1529
19	-261	4	1317
20	-260	-10	1124
21	-259	-23	923
22	-265	-33	720
23	-264	-22	518
24	-265	-11	321
25	-265	-2	120
26	-262	0	-2
27	0	0	0
28	160	-4	1
29	366	0	0
30	504	-2	-5
31	513	-1	139
32	509	-12	330
33	507	-25	540
34	514	-35	742
35	514	-25	935
36	516	-10	1137
37	519	1	1330
38	516	31	1742
39	517	14	1530
40	520	45	1934
41	518	57	2146
42	522	72	2348
43	373	58	2143
44	376	72	2340
45	166	59	2141
46	168	61	2143
47	-38	62	2145
48	-53	79	2343
49	162	76	2342
50	748	70	2346

51	746	53	2147
52	739	43	1937
53	743	28	1735
54	740	15	1514
55	731	0	1301
56	734	-8	1142
57	734	-22	942
58	730	-24	944
59	734	-36	748
60	732	-22	545
61	728	-9	326
62	727	-10	323
63	721	-4	141
64	724	-1	142
65	719	-2	1
66	801	-3	-1
67	805	-1	141
68	815	-2	261
69	817	-7	322
70	818	-8	377
71	822	-2	1206
72	822	-3	1203
73	820	-2	1206
74	817	2	1310
75	817	16	1520
76	819	29	1735
77	820	43	1935
78	818	54	2149
79	822	65	2347
80	1005	64	2350
81	1008	53	2153
82	1213	41	2004
83	1209	48	2154
84	1217	63	2347
85	1211	43	2001
86	1015	47	2002
87	1010	45	2001
88	999	-8	1
89	1015	-15	253
90	1217	-18	250
91	1212	-6	21
92	1377	-5	17
93	1294	-6	250
94	1294	-11	343
95	1296	-12	377
96	1374	-6	15
97	1380	-8	154
98	1390	-17	337
99	1384	-27	536
100	1386	-38	741
101	1596	-44	754
102	1596	-45	755
103	1595	-44	758
104	1573	-30	533
105	1584	-18	358
106	1592	-4	147
107	1596	-5	20
108	1788	-2	16
109	1791	-4	160
110	1796	-8	360
111	1783	-31	537

112	1993	-32	553
113	2006	-9	352
114	2003	-1	170
115	1998	2	18
116	2148	5	21
117	2150	1	171
118	2149	-14	356
119	2146	-32	559
120	2342	-18	537
121	2327	10	341
122	2333	9	162
123	2330	19	13
124	2527	60	2
125	2532	56	15
126	1797	-44	764
127	2007	-47	757
128	2160	-46	751
129	2345	-34	710
130	2338	-29	935
131	2147	-38	946
132	1993	-36	955
133	1792	-35	932
134	1596	-32	945
135	1385	-27	937
136	1389	-14	1134
137	1606	-23	1139
138	1787	-25	1134
139	2002	-23	1159
140	2169	-21	1152
141	2332	-19	1142
142	2330	-1	1350
143	2151	-6	1356
144	2000	-8	1357
145	1786	-11	1339
146	1584	-6	1338
147	1393	-3	1333
148	1300	-5	1203
149	1299	0	1337
150	1298	15	1537
151	1295	28	1736
152	1294	43	1943
153	1308	54	2157
154	1315	73	2343
155	1389	12	1548
156	1563	11	1565
157	1779	8	1551
158	2003	6	1554
159	2146	8	1547
160	2336	18	1534
161	2341	36	1747
162	2151	26	1751
163	1999	24	1752
164	1776	24	1753
165	1568	26	1752
166	1385	25	1741
167	1377	40	1950
168	1578	40	1956
169	1795	39	1959
170	2011	42	1961
171	2161	44	1956
172	2160	59	2133

173	2004	56	2145
174	1784	57	2153
175	1570	56	2155
176	1365	53	2159
177	1380	72	2346
178	1559	71	2342
179	1774	73	2337
180	1989	77	2342
181	2157	69	2335
182	2713	121	12
183	2895	207	19
184	2908	155	162
185	2717	104	156
186	2525	46	164
187	2516	42	348
188	2728	103	331
189	2918	120	316
190	2914	109	500
191	2722	83	514
192	2529	16	530
193	2528	28	697
194	2736	88	683
195	2935	113	675
196	2936	95	908
197	2733	65	910
198	2540	5	922
199	2537	14	1132
200	2726	48	1123
201	2923	87	1113
202	2931	95	1274
203	2732	46	1304
204	2734	48	1306
205	2540	10	1334
206	2537	28	1522
207	2723	66	1514
208	2918	121	1479
209	3065	176	1469
210	3014	193	1687
211	2894	147	1694
212	2712	87	1704
213	2532	47	1724
214	2347	45	1953
215	2532	77	1943
216	2698	118	1917
217	2859	171	1899
218	2975	225	1885
219	2947	248	2060
220	2863	213	2076
221	2690	149	2104
222	2526	100	2114
223	2344	66	2126
224	2336	93	2324
225	2518	132	2311
226	2691	189	2289
227	2897	278	2242
228	3103	345	49
229	3168	394	68
230	3185	344	180
231	3098	286	179
232	3143	199	311
233	3163	176	488

234	3155	166	689
235	3148	167	865
236	3139	170	1059
237	3113	169	1246
238	3160	311	371
239	3336	590	179
240	3451	826	297
241	3410	1055	319
242	3315	1029	432
243	3395	804	410
244	3306	560	297
245	3223	276	544
246	3220	260	673
247	3206	270	884
248	3195	274	1065
249	3191	271	1223
250	3127	320	1449
251	3072	350	1685
252	3070	348	1692
253	3025	363	1892
254	2975	379	2069
255	2929	364	2230
256	2679	465	1758
257	2700	432	1554
258	2731	405	1354
259	2779	391	1146
260	2787	397	915
261	2792	395	913
262	2881	659	1947
263	2875	653	1902
264	2825	889	1920
265	2821	888	1892
266	2784	860	1686
267	2758	837	1504
268	2710	806	1315
269	2671	777	1122
270	2648	756	907
271	2677	762	709
272	2875	598	547
273	2771	807	540
274	3023	671	453
275	2942	887	478
276	3205	735	453
277	3136	964	461
278	3017	504	440
279	3202	511	481
280	3204	733	455
281	3204	1388	432
282	3161	1373	456
283	2980	1279	427
284	2521	1076	720
285	2541	1126	1318
286	2613	1172	1499
287	2679	1202	1664
288	2649	1583	1853
289	2638	1586	1824
290	2564	1538	1627
291	2497	1497	1444
292	2413	1450	1257
293	2301	1374	852
294	2377	1417	682

295	2476	1460	513
296	2835	1617	470
297	2967	1691	528
298	3085	1725	461
299	3035	1915	468
300	2912	1885	521
301	2643	1548	466
302	2726	1812	488
303	2533	1733	462
304	2377	1700	509
305	2394	1667	513
306	2285	1637	664
307	2190	1591	850
308	2274	1634	1027
309	2400	1687	1231
310	2486	1730	1403
311	2551	1768	1595
312	2602	1808	1785
313	2612	1809	1812
314	2808	1231	407
315	3149	1137	114
316	2973	1180	-40
317	3012	1514	-52
318	3054	1592	187
319	3385	1065	303
320	3100	1680	449
321	2910	2149	288
322	2800	2128	329
323	2723	2287	137
324	2711	2303	109
325	2847	2297	91
326	2836	2324	62
327	2900	2456	54
328	2875	2432	-83
329	2707	2561	-70
330	2721	2575	64
331	2530	2658	86
332	2529	2665	-44
333	2336	2710	106
334	2338	2706	-33
335	2147	2718	112
336	2148	2715	-25
337	1990	2721	121
338	1994	2718	-15
339	1789	2723	124
340	1785	2724	-13
341	1584	2728	135
342	1569	2728	-1
343	2849	2297	93
344	2835	2324	62
345	2614	2075	389
346	2560	2296	252
347	2550	2319	233
348	2514	2295	312
349	2492	2325	302
350	1895	2034	421
351	1859	2082	387
352	1825	1961	520
353	1781	2012	525
354	1870	1981	718
355	1829	2020	735

356	1904	1996	903
357	1858	2044	916
358	2140	1915	1095
359	1927	2037	1080
360	1891	2068	1079
361	2247	1967	1257
362	2017	2138	1123
363	1989	2177	1136
364	1989	2175	1134
365	2135	2258	1267
366	2113	2295	1266
367	2322	2034	1415
368	2260	2323	1404
369	2244	2380	1402
370	2443	2071	1581
371	2549	2131	1749
372	2570	2141	1782
373	2372	2401	1563
374	2360	2446	1565
375	2480	2418	1742
376	2502	2431	1785
377	2488	2490	1789
378	2465	2485	1746
379	2442	2646	1816
380	2336	2625	1638
381	2239	2591	1473
382	2111	2533	1338
383	1980	2463	1219
384	1881	2379	1099
385	1884	2263	189
386	1798	2249	291
387	1670	2221	435
388	1613	2229	611
389	1698	2271	809
390	1705	2259	1015
391	1755	2295	188
392	1670	2303	332
393	1526	2315	502
394	1548	2433	876
395	1510	2487	1052
396	1647	2363	201
397	1585	2365	342
398	1499	2362	497
399	1619	2631	1177
400	1727	2702	1333
401	1864	2751	1488
402	2023	2763	1620
403	2159	2776	1756
404	2291	2789	1901
405	2020	2588	2091
406	2031	2590	2090
407	1898	2593	1931
408	1772	2585	1777
409	1664	2601	1610
410	1564	2608	1429
411	1460	2584	1274
412	1701	2298	2043
413	1581	2250	1871
414	1469	2224	1679
415	1642	2511	2236
416	1542	2446	2083

417	1464	2374	1911
418	1421	2353	1725
419	1473	2428	220
420	1385	2459	438
421	1332	2544	309
422	1247	2584	304
423	1232	2560	326
424	1299	2507	533
425	1311	2539	711
426	1306	2559	899
427	1400	2561	870
428	1389	2592	1066
429	1487	2670	1214
430	1326	2563	1081
431	1461	2626	2286
432	1410	2603	1881
433	1383	2614	1880
434	1396	2587	1684
435	1366	2597	1681
436	1379	2569	1481
437	1353	2585	1483
438	1358	2559	1283
439	1338	2571	1281
440	1390	2725	136
441	1393	2727	-6
442	1312	2728	0
443	1313	2724	136
444	1211	2728	3
445	1206	2731	122
446	1013	2728	111
447	1019	2727	-19
448	827	2728	132
449	828	2726	-12
450	725	2729	131
451	704	2728	-15
452	518	2726	132
453	519	2723	-10
454	821	2677	351
455	820	2680	326
456	739	2704	329
457	524	2740	339
458	742	2707	534
459	526	2756	538
460	746	2721	740
461	528	2770	739
462	748	2718	946
463	533	2757	937
464	757	2724	1127
465	537	2742	1154
466	539	2730	1346
467	838	2705	1191
468	1261	2601	1167
469	1269	2608	1290
470	840	2705	1322
471	775	2717	1323
472	1277	2615	1491
473	844	2705	1521
474	786	2719	1527
475	541	2717	1546
476	1297	2620	1685
477	843	2707	1726

478	784	2715	1729
479	542	2703	1736
480	540	2693	1937
481	779	2725	1938
482	840	2711	1933
483	1029	2684	1978
484	1214	2655	1970
485	1309	2634	1892
486	1359	2664	2080
487	1297	2671	2095
488	1391	2631	2287
489	1317	2636	2298
490	1258	2636	2296
491	1216	2681	2098
492	1054	2694	2124
493	1059	2648	2315
494	856	2656	2323
495	854	2705	2127
496	806	2660	2325
497	787	2704	2142
498	317	2713	-3
499	131	2713	0
500	-2	2711	0
501	-280	2709	17
502	-325	2709	16
503	-270	2713	155
504	-317	2714	153
505	-265	2725	348
506	-310	2727	349
507	-258	2743	557
508	-310	2742	553
509	-258	2754	761
510	-312	2755	766
511	-249	2745	968
512	-303	2743	970
513	-240	2732	1172
514	-296	2731	1173
515	-238	2719	1373
516	-297	2719	1376
517	-233	2707	1569
518	-296	2708	1578
519	-229	2693	1762
520	-305	2695	1771
521	-223	2681	1956
522	-299	2684	1958
523	548	2675	2147
524	559	2659	2329
525	558	2661	2335
526	387	2660	2335
527	192	2659	2342
528	-9	2659	2348
529	-211	2665	2356
530	-302	2664	2358
531	378	2677	2151
532	182	2674	2158
533	-10	2674	2163
534	-212	2673	2162
535	-298	2673	2159
536	-307	2684	1962
537	-231	2685	1956