

東京急行電鉄株式会社 東横線 列車衝突事故 (平成26年2月15日発生)

鉄道事故調査報告書 説明資料

運輸安全委員会
平成27年5月

事故の概要

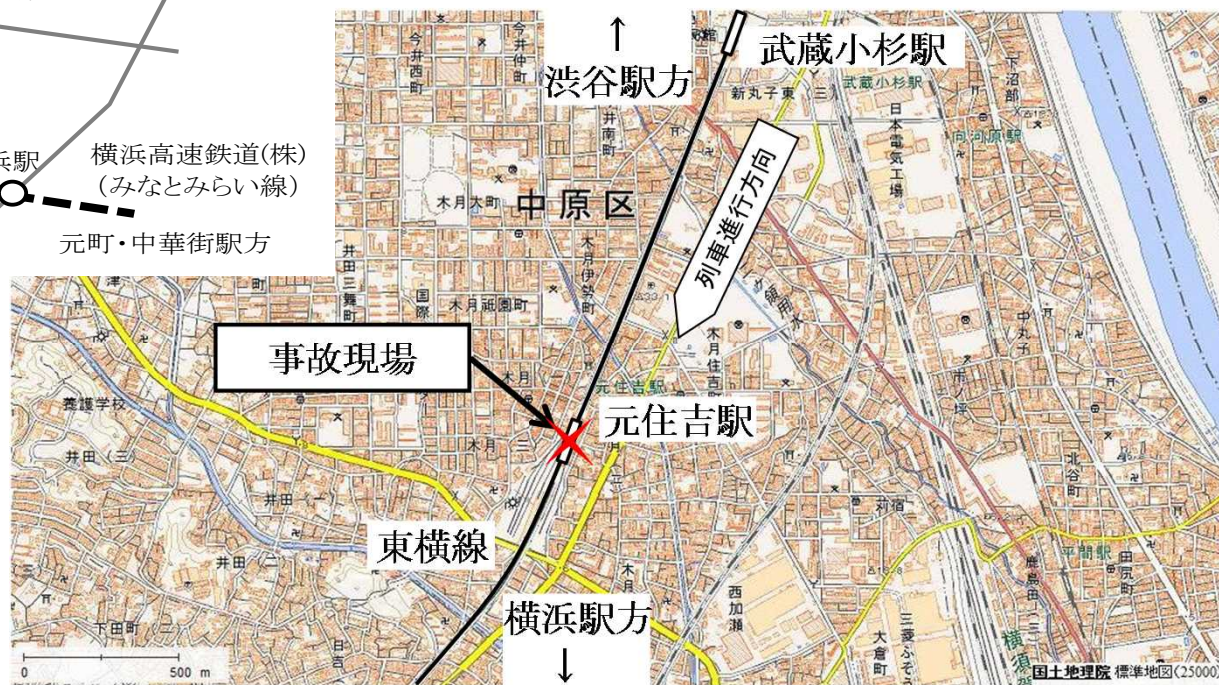
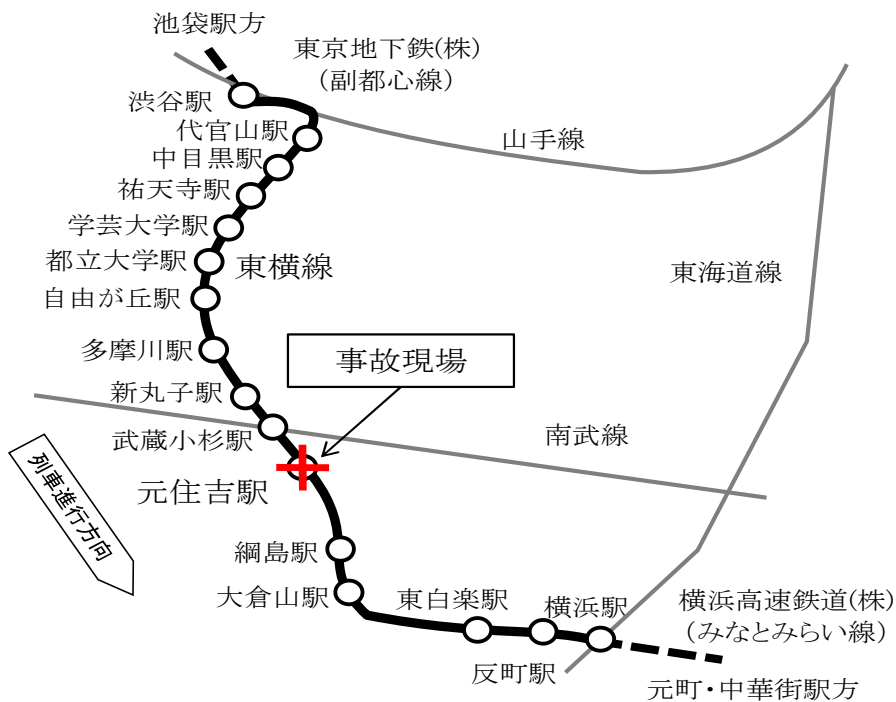
1. 事業者名 : 東京急行電鉄株式会社
2. 事故種類 : 列車衝突事故
3. 発生日時 : 平成26年2月15日(土) 0時30分ごろ (天気: 雪)
4. 発生場所 : 東横線 元住吉駅構内
5. 列車 : 渋谷駅発 元町・中華街駅行き
01運行第231列車 8両編成 (後続列車)
23運行第221列車 8両編成 (先行列車)
6. 負傷者 : 乗客 72名 (うち重傷者1名)

7. 事故の概要

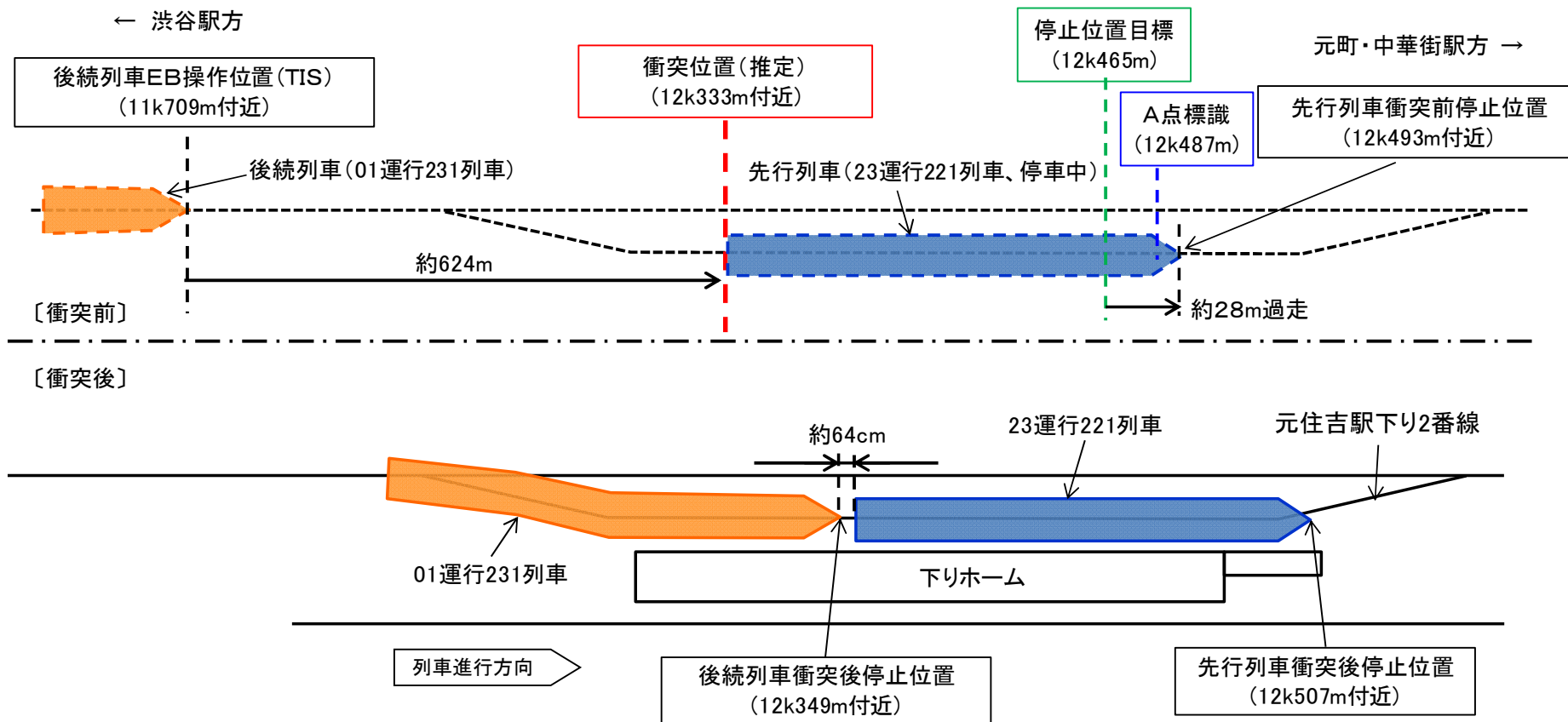
後続列車は、線路内が積雪していた武蔵小杉駅～元住吉駅間を走行中、運輸司令から、元住吉駅で停車位置の修正のため後退運転の準備中であった先行列車との間隔をとるため列車を急遽停止するようにとの連絡を受けたので、非常ブレーキ（EB）を使用して列車を停止させようとしたが0時30分ごろ元住吉駅2番線に停車中の先行列車の後部に衝突した。

両列車には乗客約140名及び乗務員4名が乗車しており、乗客72名が負傷した。

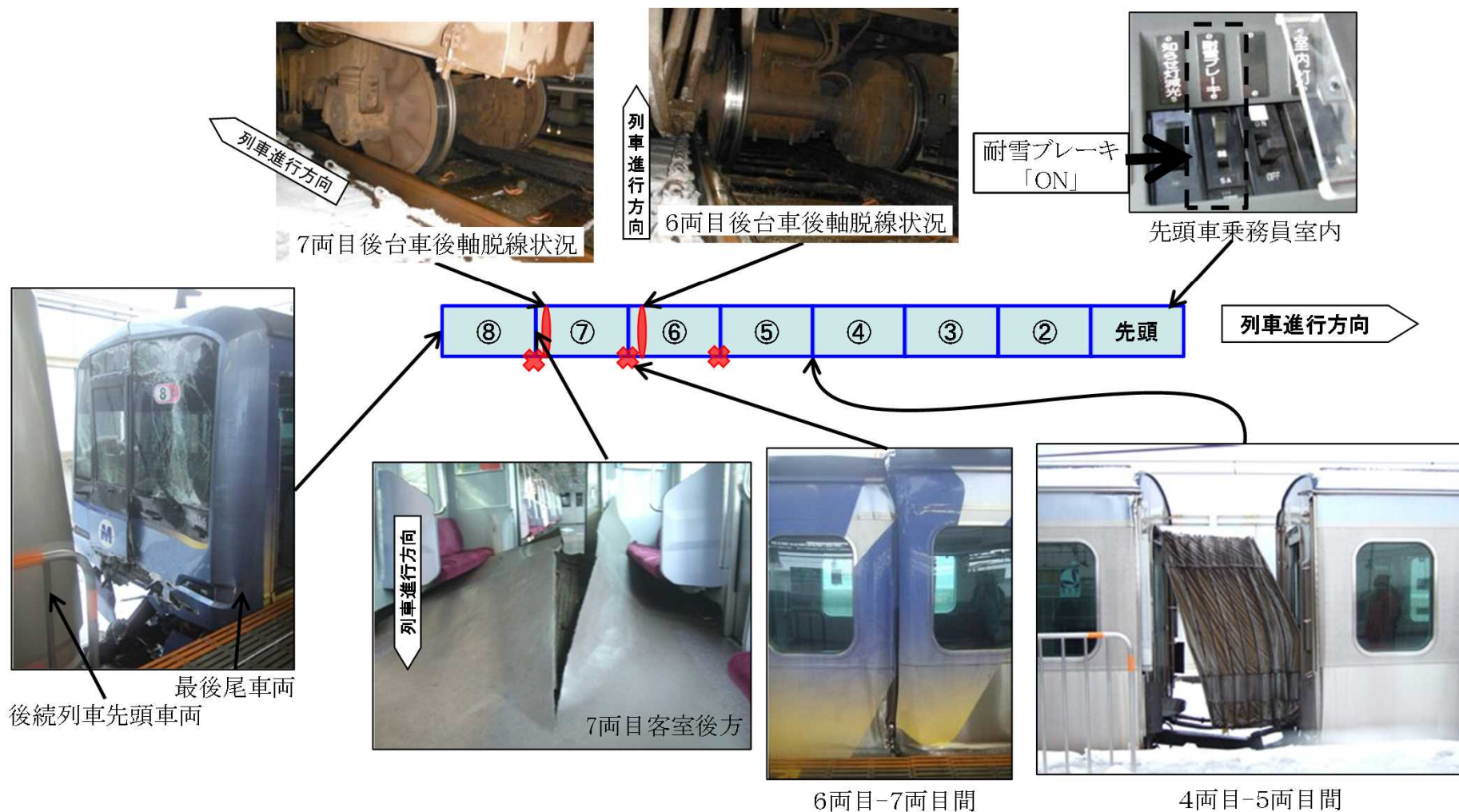
東横線路線略図及び事故現場付近の地形図



現場付近の略図

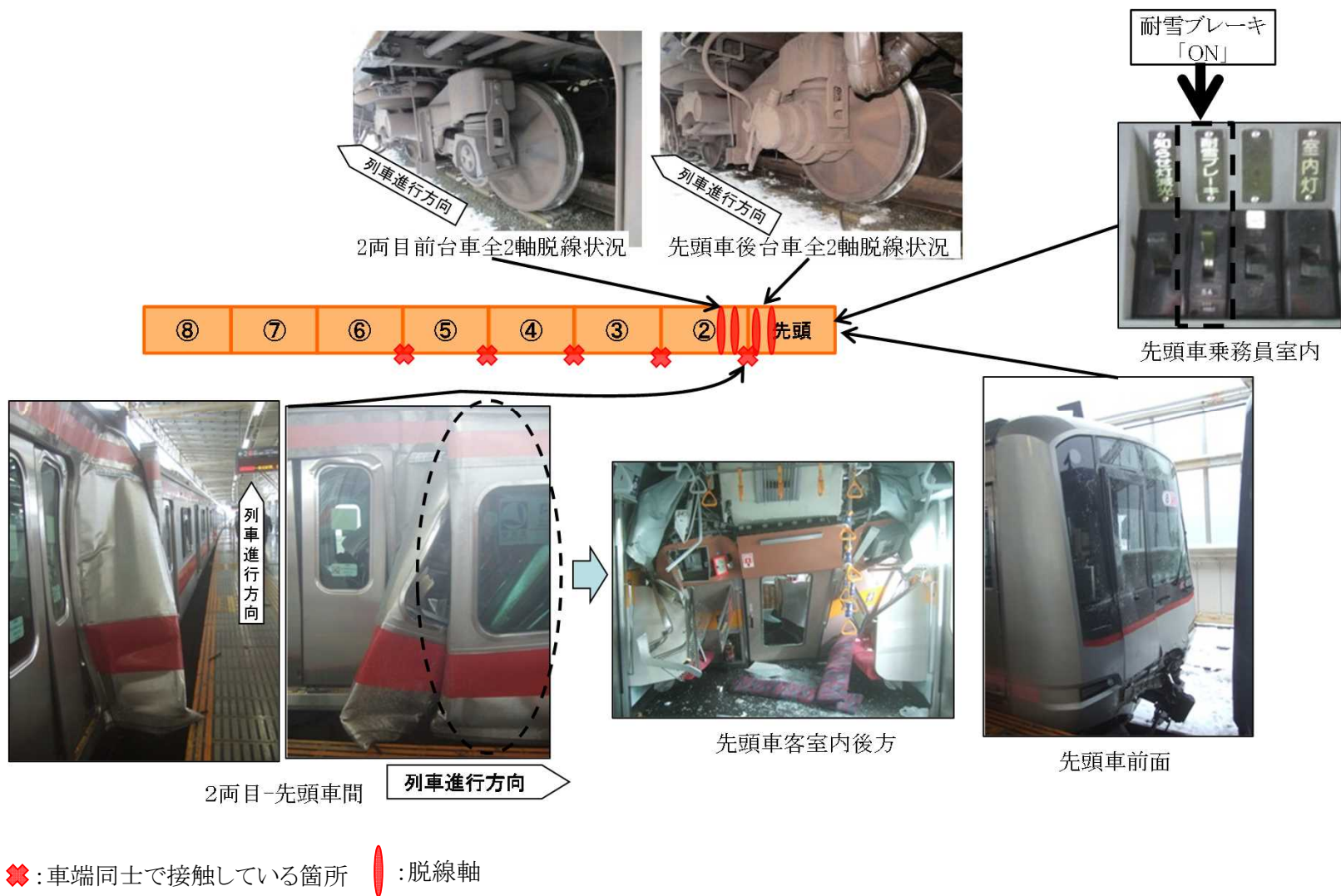


先行列車の主な損傷等の状況

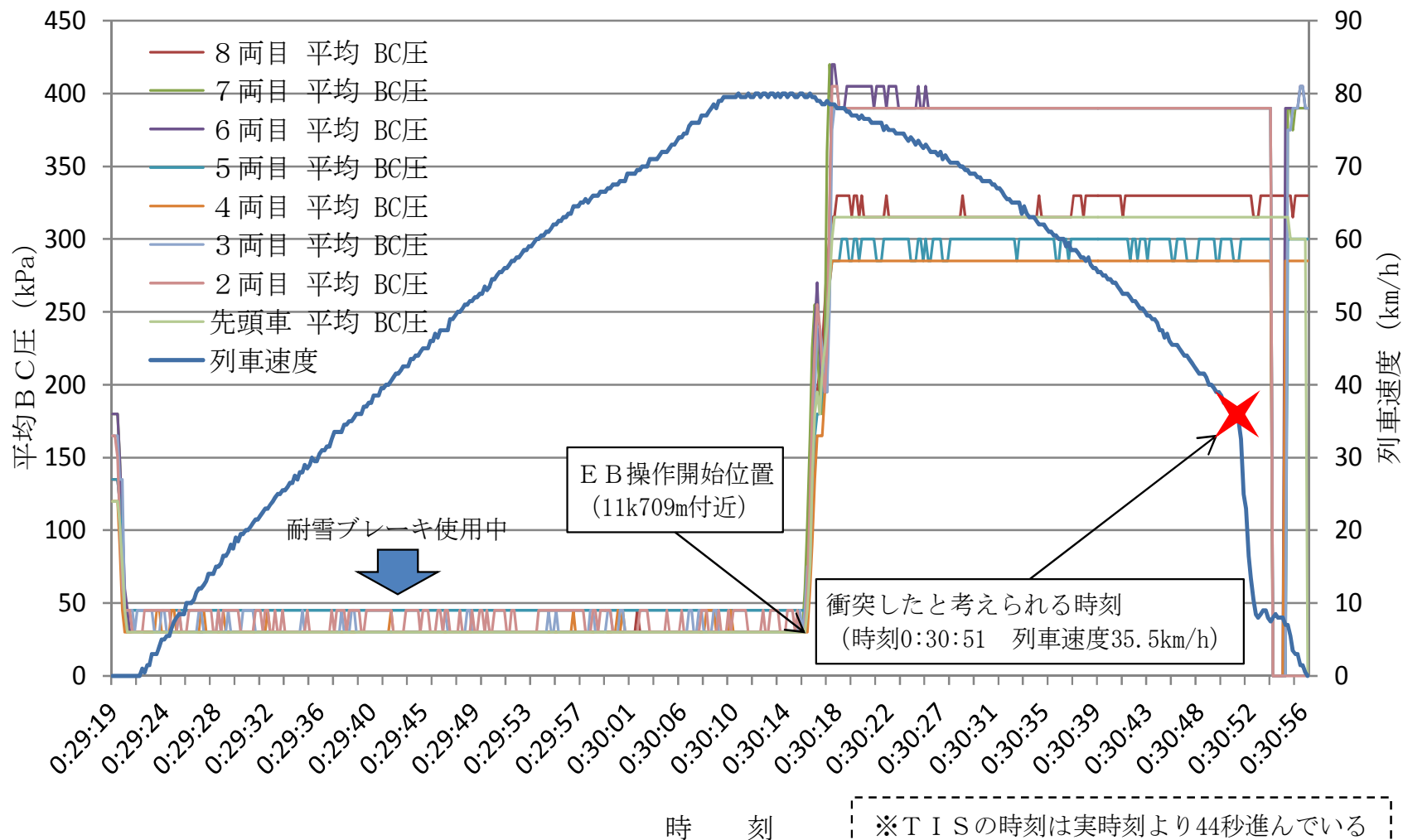


◆: 車端同士で接触している箇所 ○: 脱線軸

後続列車の主な損傷等の状況



後続列車の運転状況の記録（武蔵小杉駅→元住吉駅） <P8>



※「平均BC圧」とは、制輪子を押すブレーキシリンダの空気圧力 (BC圧) の出力状況で車両ごとの平均値

※TISは車両制御情報管理装置の略称

後続列車の調査について<P2 1~2 3>

○ 制輪子の密着状態

事故後、現地で目視において確認した制輪子と車輪踏面の密着状態は、脱線した2両目前台車の2軸4車輪以外は密着の位置であった。

事故後、定置試験においてEBによる制輪子の密着状態についても確認を行い、全車輪の密着を確認した。

○ A T C車上装置の機能健全性確認

先頭車に搭載のA T C車上装置の機能健全性について、製造メーカーの定める確認試験を行い、異常は確認されなかった。

○ 車輪踏面の粗さについて

制動時における車輪とレール間の粘着力、及び車輪と制輪子の間の摩擦力に影響を及ぼす車輪踏面の粗さについて、先頭車及び2両目から車輪を抽出して調査を行い、異常な値を示すものはなかった。

○ 耐雪ブレーキの平均BC圧等の調査

耐雪ブレーキ使用時の平均BC圧の試験の平均値は、整備心得の標準値である30 kPa以上となっていた。

○ 試験列車による耐雪ブレーキの制輪子密着状態の確認

後続列車と同形式車両を試験列車として、後続列車のT I Sに記録されていた耐雪ブレーキ圧力のデータを参考に走行試験を行い、制輪子の密着状態及び制輪子の温度変化について確認を行った。

密着状態の確認は、先頭車から3両目について各車両の1車輪をカメラで撮影して確認を行い、全て密着していたことを確認した。また、同時に先頭車及び2両目の1制輪子の温度測定を行い、耐雪ブレーキ圧力30 kPaでは、ほとんど温度上昇はなかった。

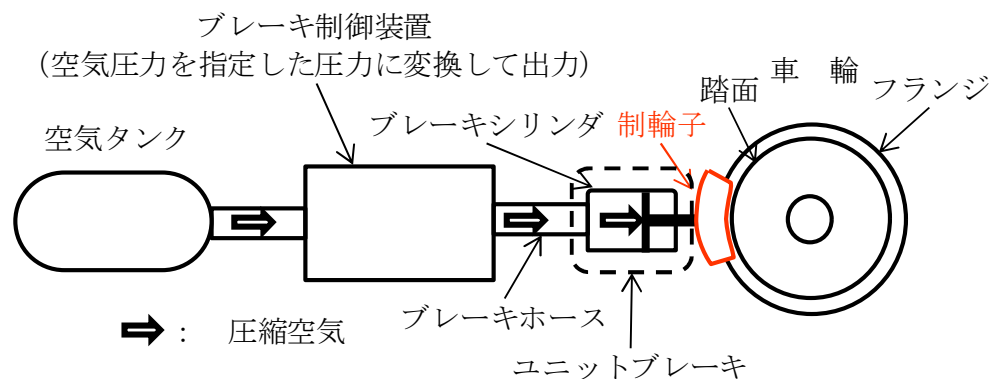
制輪子に関する情報<P21>

- ◆ 制輪子は、合成制輪子*1を使用している。
- ◆ 制輪子は、摩耗、損傷等を確認して1年～1年半くらいで交換されており、その間に全般検査*2又は重要部検査*3の定期検査が行われれば制輪子の清掃が行われる。
- ◆ 後続列車に使用されていた制輪子は本事故発生時まで約1か月～約20か月使用されていた。その間、制輪子の清掃は行われていないことから、制輪子には付着物（制輪子付着物）が堆積していた。制輪子付着物が堆積した制輪子は全制輪子の約半数に見られた。

*1 「合成制輪子」とは、合成樹脂を主体として成形した制輪子をいう。

*2 「全般検査」とは、同社における定期検査のことで、8年を超えない期間で行う検査のことである。

*3 「重要部検査」とは、同社における定期検査のことで、4年、または車両走行距離が60万kmを超えない期間で行う検査のことである。



空気ブレーキのイメージ図



付着物の少ない例
7両目(5255号車)



堆積した制輪子付着物の例
7両目(5255号車)

制輪子の試験等について <P23~24>

後続列車の制輪子を抽出して、性能試験及び降雪の影響について制輪子製造メーカーにおいて、制輪子の物性測定、ベンチ試験等を実施。

結果の概要は次のとおり。

- (1) 制輪子の物性測定（硬さ、比重等）を行ったが異常は認められなかった。
- (2) 制輪子の摺動面に摩擦係数の著しい低下を伴うような異常な温度上昇の痕跡は確認されなかった。
- (3) 制輪子のベンチ試験による制動試験の結果は、以下のとおりである。

車両のブレーキの設計時に使用されている摩擦係数は0.3。

また、「JIS E 4309 鉄道車両用合成制輪子—品質要求」では、散水による湿潤条件における摩擦係数の値は、乾燥条件での摩擦係数試験の結果の平均値を基準として、初速度が65km/hを超えるときは20%低下してもよいとされている。

試験条件※1	初速度 (km/h)	制動距離※2 (m)	減速度 (km/h/s)	摩擦係数※3
乾燥(平均)	79.8	192.3	4.60	0.344
湿潤(平均)	79.7	211.2	4.18	0.309
事故想定①(平均)	78.7	217.7	3.96	0.286
事故想定②[0.88g]	79.0	293.0	2.96	0.211
事故想定②[2.27g]	79.0	355.7	2.44	0.173

※1 試験条件

- ・事故想定① 本事故発生時の制輪子付近の状況を想定して低温環境（ドライアイズで車輪を冷却）と低温散水（雪を想定）を合わせて行った試験
- ・事故想定② 事故想定①に加え、事故後に採取した後続列車の制輪子付着物を制輪子摺動面及び車輪踏面に薄く塗布して行った試験。[]内は塗布量（以下 同じ。）

・（平均）は、複数回行った試験の平均値のデータを示す。

※2 制動距離：空走距離＋実制動距離

※3 摩擦係数は、実制動距離で算出

衝突までの運行の経過<P30>

◆ 先行列車は、0時28分42秒ごろに所定停止位置を約28m超えて停車して、停車位置の修正をするために運輸司令から非常運転スイッチ使用の許可の指示を待っていたことから、停車した状態

◆ 後続列車は、0時29分22秒ごろ運輸司令から直ちに停止するよう指示を受けたことから、0時29分31秒ごろの11k709m付近（速度約79.5km/h）でEBの操作を開始して、2秒後の0時29分33秒ごろの速度約79.0km/hでEBの操作が完了し、その後、全ての車両の平均BC圧が耐雪ブレーキ圧力からEB作動時の標準値を超える値に変化していたことから、EBは動作

◆ 後続列車は、0時30分7秒ごろに速度35.5km/h前後から急激に速度が低下していることから、このときに先行列車に衝突し、停止

後続列車のEB操作完了からの衝突時までの平均減速度は、約1.3km/h/s（約80km/hでの制動開始時で1km/h/s程度、衝突時（約35km/h）で2km/h/s程度）となっており、設計上のEBの平均減速度（4.5km/h/s）の約3割程度であることから、必要なブレーキ力が得られなかったものと考えられる。

車輪踏面・制輪子摺動面間の摩擦の状況について <P31>

- (1) 制輪子が車輪に押し付けられていたにもかかわらず、必要なブレーキ力が得られなかったのは、車輪踏面・制輪子摺動面間の摩擦係数が大きく低下したことによる可能性があると考えられる。
- (2) 車輪踏面・制輪子摺動面間の摩擦係数については、後続列車に使用されていた制輪子のベンチ試験の結果、乾燥条件では設計時の摩擦係数0.3を超える0.344となっており、また、湿潤条件等の条件での摩擦係数の低下は、乾燥条件の摩擦係数に対して、JISで規定された20%内であることから、制輪子は所定の性能を満たしていたと考えられる。
- (3) 低温環境と雪の条件に加え、制輪子摺動面及び車輪踏面に制輪子付着物を薄く塗布した条件で制動試験を行った場合に、塗布量が0.88gのとき、摩擦係数は0.211と約38.7%低下して、制動距離は乾燥条件時の約1.5倍となり、減速度は乾燥条件時の約36%減である3km/h/s以下となる結果が得られた。
また、制輪子付着物の塗布量を増やすと、摩擦係数及び減速度が低下して、制動距離が更に伸びることが確認された。

これらのことから、低温環境と低温散水下において付着物が介在することにより、制輪子摺動面と車輪踏面間で摩擦係数が大きく低下した可能性があると考えられる。

積雪量と車輪フランジの関係について <P12、P32>

事故当日の積雪

16時44分 横浜地方気象台から川崎市に大雪警報が発表

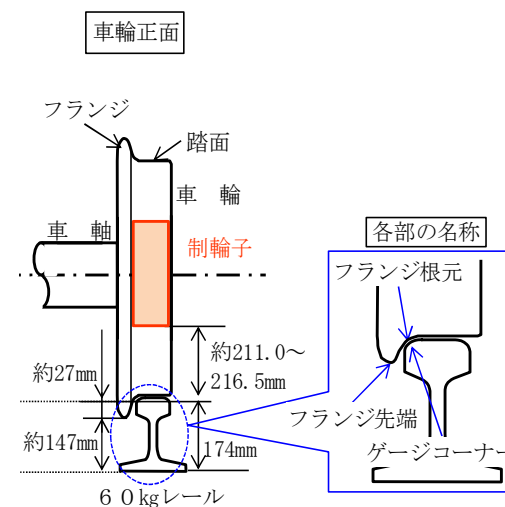
23時ごろ 元住吉検車区155mm、雪が谷検車区160mmの積雪量を記録

→ 事故現場付近の軌道上も同様な積雪状態であった可能性。

後続列車の車輪のフランジ先端は、フランジ高さが約27mm、レールの高さが約174mmであることから、レール下面から約147mmの位置にあったと考えられる。よって、車輪フランジの先端は、積雪した雪と接触する可能性があったと考えられる。



時刻	元住吉検車区			雪が谷検車区		
	降雪	気温	積雪	降雪	気温	積雪
16:00	雪	-0.2℃	20mm	雪	0.6℃	50mm
17:00	雪	-0.4℃	35mm	雪	0.1℃	75mm
18:00	雪	-0.4℃	50mm	雪	0.1℃	90mm
19:00	雪	-0.4℃	70mm	雪	0℃	105mm
20:00	雪	-0.5℃	95mm	雪	0.1℃	125mm
21:00	雪	-0.5℃	110mm	雪	-0.2℃	130mm
22:00	雪	-0.5℃	120mm	雪	-0.4℃	150mm
23:00	雪	-0.8℃	155mm	雪	-0.7℃	160mm
0:00	雪	-0.9℃	170mm	雪	-0.7℃	170mm



制輪子付着物の車輪踏面・制輪子摺動面間への介在について <P32>

○ 必要なブレーキ力が得られなかったこと

制輪子付着物が車輪踏面・制輪子摺動面間へ介在した可能性が考えられるが、一時的な介在であれば、耐雪ブレーキで除去できた可能性もあり、後続列車は渋谷駅を出発して、地上区間から耐雪ブレーキを使用し武蔵小杉駅からも耐雪ブレーキが使用されていたことから、制輪子付着物は一時的な介在ではなく、継続的に供給された可能性が考えられる。

○ 制輪子付着物が継続的に供給された経緯

積雪は23時ごろからレールの頭頂面に達するくらいの高さになり、車輪フランジ先端が積雪と接触していた可能性が考えられることから、車輪フランジにより雪を巻き込み、その際に車輪フランジ部に残っていた油分なども巻き込んで、制輪子付着物と混ざり合い液体状となって制輪子摺動面と車輪踏面の間へ継続的に供給された可能性が考えられる。

○ 制輪子付着物

車輪踏面及び車輪フランジに残る摩擦調整材並びにレール塗油が制輪子の周囲に堆積し、車輪、レール及び制輪子の摩耗粉や塵埃と混ざり合ったものと考えられ、同社の制輪子の清掃が制輪子を交換した後は、次回交換、重要部検査又は全般検査まで清掃は行われていないことから、制輪子ごとの使用期間に応じて堆積が進んでいった可能性があると考えられる。

運転規制等について <P34>

同社の事故当日の速度規制等の運転規制及び運転士の運転取扱いについては、

運輸司令には、視認距離や制動力の異常に関する申告がなかったことから、運転規制は実施されていなかった。

また、乗務区では、運転士に対して降雪による滑走等を考慮して余裕を持った制動を実施するよう指導していた。

しかし、事故当日は横浜地方気象台から川崎市に大雪警報が出されていたことから、同社においては、積雪が、レールの頭頂面に達するくらいの高さになり、車輪フランジと接触するおそれのある場合には、ブレーキ力の低下を考慮して早めに運転規制を行う必要があると考えられる。

原因 <P35>

本事故は、降雪時の線路上を走行中に、先行列車の駅での過走後の処理のために、運輸司令から急遽停止の指示を受けた後続列車が非常ブレーキにより停止しようとした際に、必要なブレーキ力が得られなかったため、停車していた先行列車と衝突したことにより発生したものと考えられる。

後続列車で必要なブレーキ力が得られなかったのは、非常ブレーキの動作時に空気ブレーキの制輪子が車輪に押し付けられた際、車輪踏面と制輪子摺動面間の摩擦係数が大きく低下していたためと考えられる。摩擦係数の低下には、車輪と制輪子の間に、線路内の積雪、車輪フランジ部に残っていた油分、制輪子に付着していた塵埃などが液体状に混ざり合って供給されたことが関与した可能性があると考えられる。

必要と考えられる再発防止策 <P35>

同社においては、積雪が、レールの頭頂面に達するくらいの高さになり、車輪フランジと接触するおそれがある場合には、ブレーキ力（車輪・制輪子間の摩擦係数）が低下することを考慮して、降雪時には早めに速度規制や運行中止等を行うよう運転規制の見直しを行う必要がある。

また、降雪時に摩擦係数の低下によるブレーキ力の低下を防止するため、制輪子付着物の除去を定期的に行う必要がある。

耐雪ブレーキについては、その機能を更に高めるために押付力について検討する必要がある。なお、耐雪ブレーキの使用方法、時期についても明確化することが望ましい。