

九州旅客鉄道株式会社 九州新幹線 列車脱線事故 (平成28年4月14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29年11月

鉄道事故の概要

1. 事業者名 : 九州旅客鉄道株式会社
2. 事故種類 : 列車脱線事故
3. 発生日時 : 平成28年4月14日(木) 21時26分ごろ
4. 発生場所 : 熊本駅～熊本総合車両所間
博多駅起点99k160m付近
5. 列車 : 熊本駅発熊本総合車両行き 下り第5347A列車(回送) 6両編成
6. 死傷者 : なし
7. 概要 :

下り第5347A列車は、熊本駅を定刻(21時25分)に出発した。

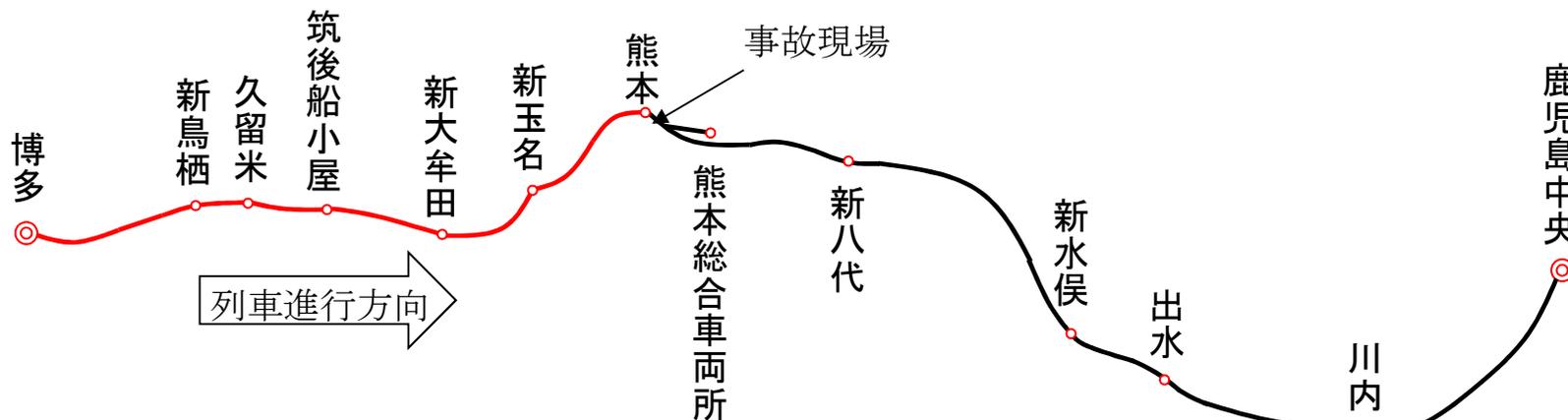
列車の運転士は、速度約78km/hで力行運転中、下から突き上げるような縦揺れを感じ、すぐにノッチオフして非常ブレーキ操作を行った。

列車の停止後、運転士が床下を確認したところ6両全ての車両が脱線していた。

列車は回送列車で運転士のみ乗務していたが、死傷者はいなかった。

なお、平成28年4月14日21時26分ごろ、平成28年(2016年)熊本地震のうちの熊本県熊本地方の深さ11kmを震源とするマグニチュード6.5の地震が発生し、熊本県益城町で最大震度7を観測した。

九州新幹線の路線図、事故現場付近の地形図、線形



※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。

事故現場付近の情報

線形：
 右曲線区間 (R=1000m)
 カント (C=105mm)

車両の概要

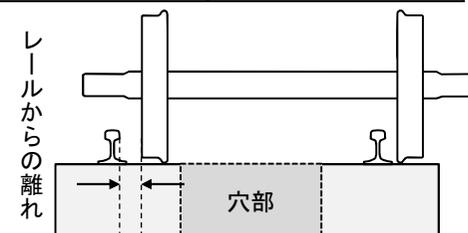
- ・ 車種: 800系新幹線電車
- ・ 編成両数: 6両編成(U005編成)

本事故発生後の各輪軸の状態



(注)

- ・ 黒色は載線軸、赤色は脱線軸を示す。
- ・ 各輪軸の数字は、レール頭部の内側から車輪外側面までの離れを示す(右図参照。単位:cm)。



列車の状態

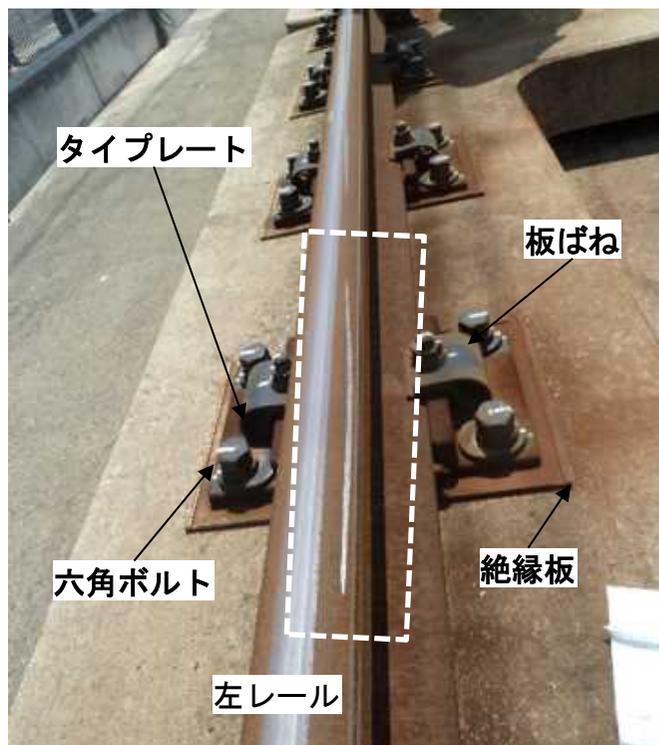
列車の状態は、各車両間に左右方向のずれが生じており、本件列車の先頭部は車体が軌間の約半分程度左側にずれ、中央部が左レール上に位置するような状態であった。

列車の停止位置は博多駅起点99k461mであった。



列車先頭部の状況

脱線(開始位置付近)の痕跡



6両目後台車の輪軸によるものと
考えられる脱線痕開始地点
(博多駅起点: 99k157m付近)

6両目後台車の輪軸によるものと
考えられる脱線痕
(博多駅起点: 99k160m付近)

この時の列車先頭位置は、
博多駅起点: 99k310m付近に相当する

軌道及び車両の損傷状態

軌道の損傷状態



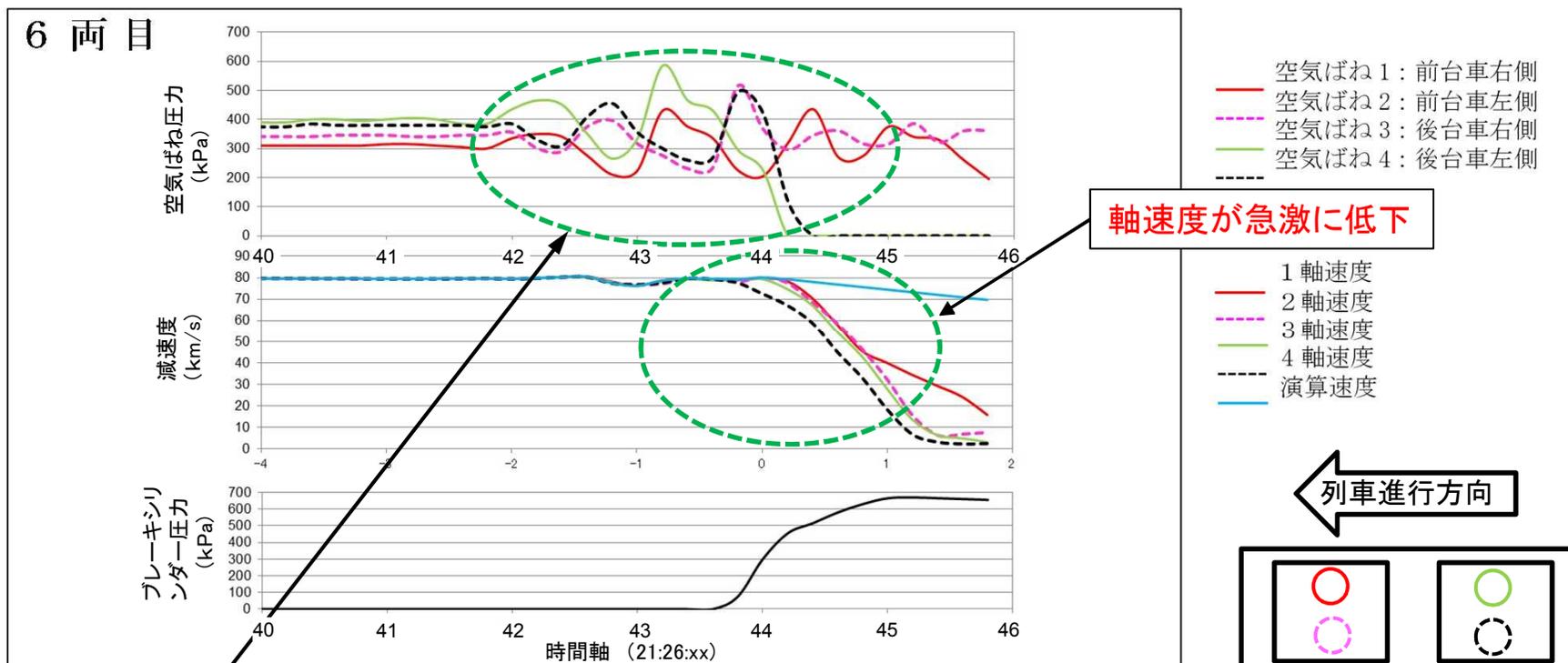
枠型スラブ軌道の損傷は、99k200m付近～99k450m付近において発生しており、99k200m付近～99k407m付近の損傷が顕著であった。

車両(6両目第2軸左側軸箱支持装置)の損傷状態



車両の損傷の多くは台車や床下機器及び車体間ヨーダンパにおいて発生。5両目及び6両目において一部の空気ばねが損傷し、6両目第2軸左側の軸箱支持装置において、取付ボルトの折損と軸はりの外れ及び軸ばねの落失が発生した。

車両の空気ばね圧力及び軸速度の状態



空気ばね圧力の振動

- ・前台車右側(赤色線)と後台車右側(緑色線)の振動方向が同相
- ・前台車左側(桃点線)と後台車左側(黒点線)の振動方向が同相
- ・前台車右側(赤色線)と前台車左側(桃点線)の振動方向が逆相
- ・後台車右側(緑色線)と後台車左側(黒点線)の振動方向が逆相

車体がローリングしながら走行

空気ばねの左右振動が始まって約1~2秒後に軸速度が急激に低下

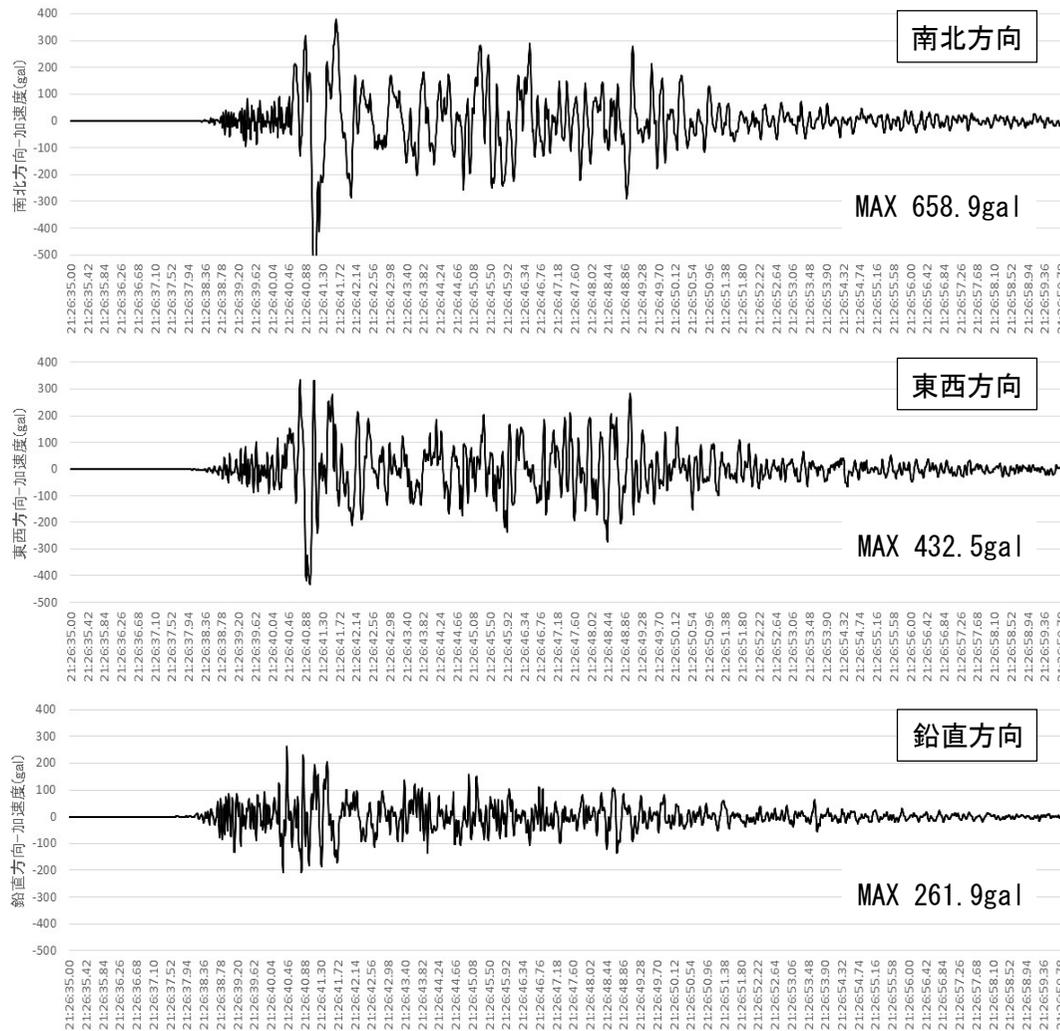
脱線の発生

平成28年熊本地震の概要と観測波形

気象庁(熊本西区春日)の観測記録

事故現場の位置：震央から西北西約12km

地震観測点から南南西約550m



【本件地震：前震】

発生日時：平成28年4月14日
21時26分ごろ

震源：北緯32度44.5分
東経130度48.5分
深さ11km

規模：マグニチュード6.5

最大震度：7（熊本県益城町）

【参考：本震】

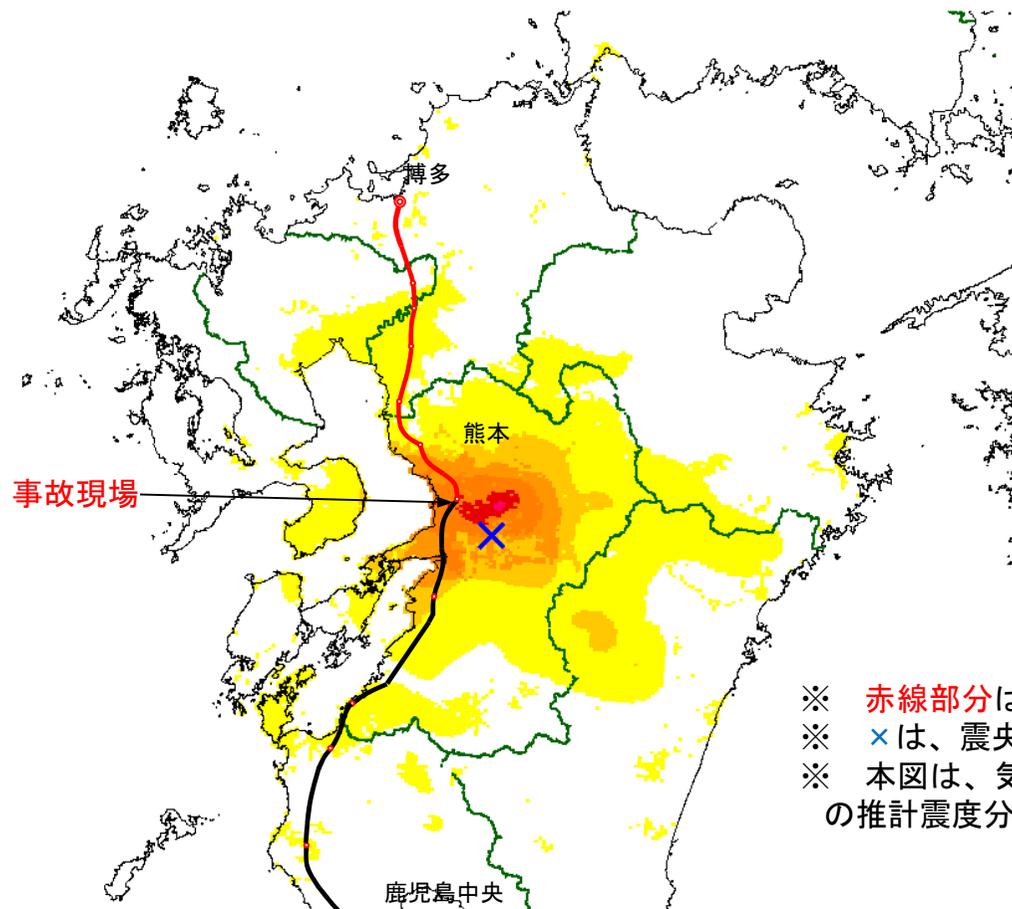
発生日時：平成28年4月16日
1時25分ごろ

震源：北緯32度45.2分
東経130度45.7分
深さ12km

規模：マグニチュード7.3

最大震度：7（熊本県益城町、
熊本県西原村）

平成28年熊本地震の推計震度分布図



<推計震度分布図について>
 地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地盤の違いなどにより1階級程度異なることがある。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれるため、推計された震度と実際の震度が1階級程度ずれることがある。
 このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がり具合とその形状に着目して利用されたい。
 (気象庁)

推計震度が6強以上の地域は限られた地域であり、事故現場付近はおおよそ震度6弱と震度6強の境界付近であった

- ※ 赤線部分は、本件列車の既走行区間を示す。
- ※ ×は、震央の位置を示す。
- ※ 本図は、気象庁平成28年4月14日発表の推計震度分布図を使用して作成した。

(震源要素)
 平成28年04月14日 21時26分 熊本県熊本地方 M6.4
 (情報時刻)
 平成28年04月14日 21時36分

震度 4 5弱 5強 6弱 6強 7

九州新幹線の主な大規模地震対策について(1)

○対震列車防護システム

地震検知点が大規模地震の到来を推定した場合に、電車線への電力供給を断ち、新幹線列車の非常ブレーキを動作させるシステム。

地震検知点

九州新幹線沿線に(12か所)
九州内の海岸線に(6か所)

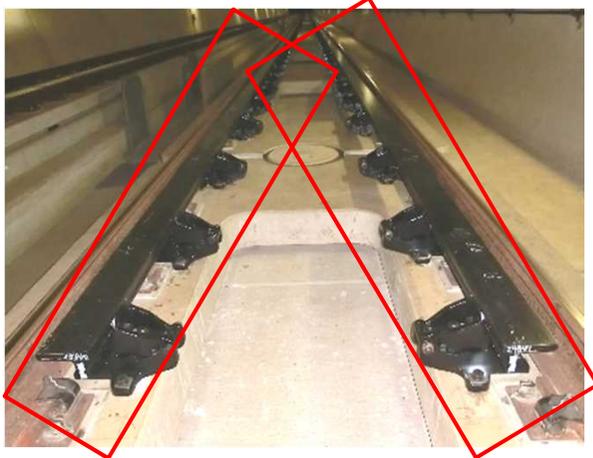
対震列車防護システムは、熊本総合車両基地SSの地震検知点で地震を検知し、動作した。ただし、震央からの距離が近く、速度を低下させるまでには至らなかったと推定



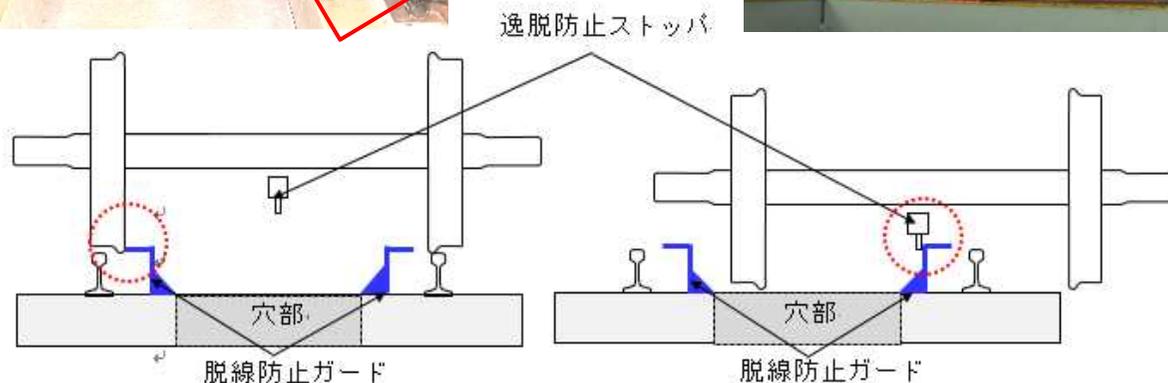
九州新幹線の主な大規模地震対策について(2)

○脱線・逸脱防止対策

脱線防止ガード



逸脱防止ストッパ



車輪背面と脱線防止ガードが接触
⇒脱線を防止

逸脱防止ストッパと脱線防止ガードが接触
⇒逸脱を防止

九州新幹線では「新幹線と直交する活断層があり、地震が発生した場合に付近の高架橋で大きな揺れが想定される場合」に脱線防止ガードを設置。



本事故現場付近には脱線防止ガードが設置されていなかった。

本件列車の脱線に関する分析(1)

○脱線発生前後の状況

地震発生直前

- ・地震発生まで軌道・車両に異状なし
- ・熊本駅を定刻(21時25分)に出発後、速度80km/h以下で走行

地震発生時

- ・21時26分42秒ごろから車体のローリングが始まる
- ・運転士が非常ブレーキを操作、ほぼ同時期(21時26分43秒)に対震列車防護システムによるATC非常ブレーキ指令が出力

脱線発生時

- ・列車は車体を左右に揺らし、ローリングしながら走行
- ・21時26分43秒~44秒ごろから脱線が発生

脱線発生後

- ・列車は博多駅起点99k461mに停止

本件列車の脱線に関する分析(2)

○脱線の発生と本件地震との関連性

本件地震の発生時期及び発生場所

・事故当日**21時26分34秒ごろ**、北緯32度44.5分、東経130度48.5分、深さ11kmの地点を震源とするマグニチュード6.5の**平成28年熊本地震**が発生した。(震央の位置は事故現場から約12km)

本件地震の大きさ

・事故現場から約550mの位置にある気象庁(熊本西区春日)の観測記録には、**21時26分41秒ごろ**に南北方向及び東西方向に**大きな加速度**が記録されていた。

ほぼ同時期の車両の状態

・ブレーキ制御装置の**空気ばね圧力**の記録より、車両は **21時26分42秒ごろ**から**左右にローリング**し始めた。

脱線発生状況

・本件列車の各車両の輪軸は**24軸中22軸が脱線**

軌道及び車両の保守状態

・直近の定期検査結果等に異常はなく、当日も異状はなかった。

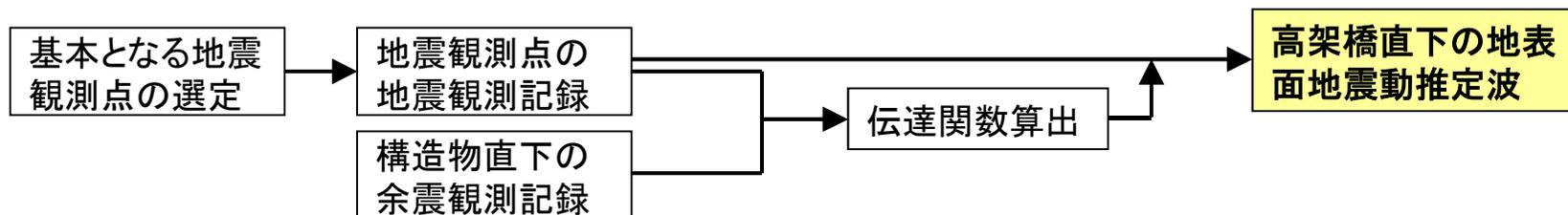
・本件列車は、「平成28年(2016年)熊本地震」のうちの、平成28年4月14日21時26分ごろ発生した地震の地震動を受けたため、脱線したものと考えられる

本件列車の脱線に関する分析(3)

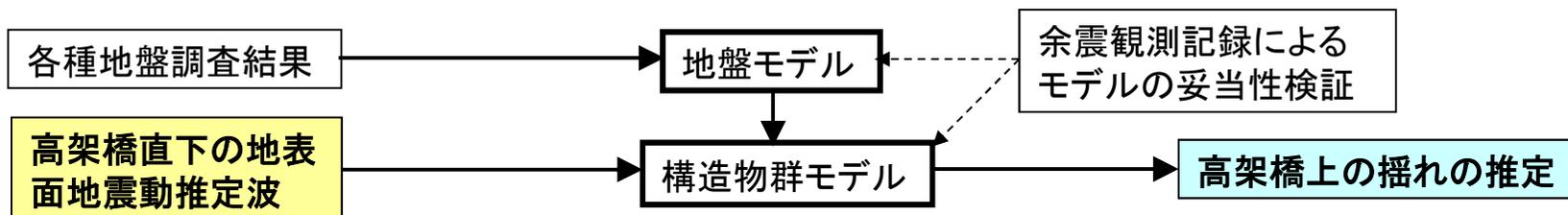
○脱線シミュレーションのモデル構築及び解析の概要

脱線時の状況を再現し、脱線原因の究明を図るため、地盤、構造物群、車両の各モデルを構築して解析を行った

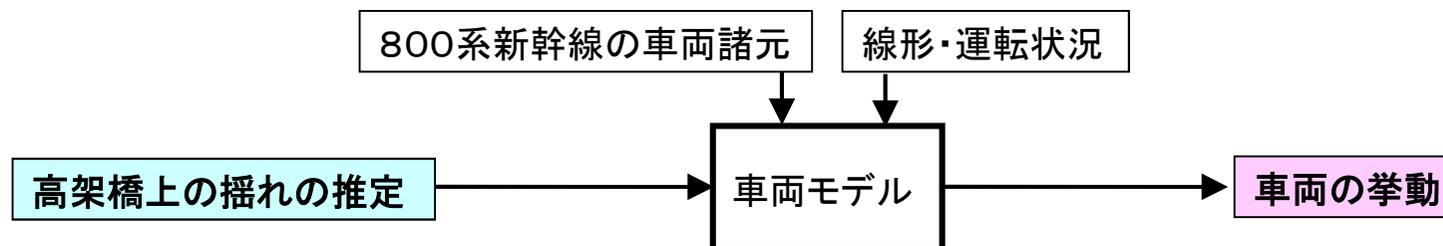
【STEP1】高架橋直下の地表面地震動(線路直角方向)を推定



【STEP2】高架橋上の揺れ(構造物の応答波)を推定



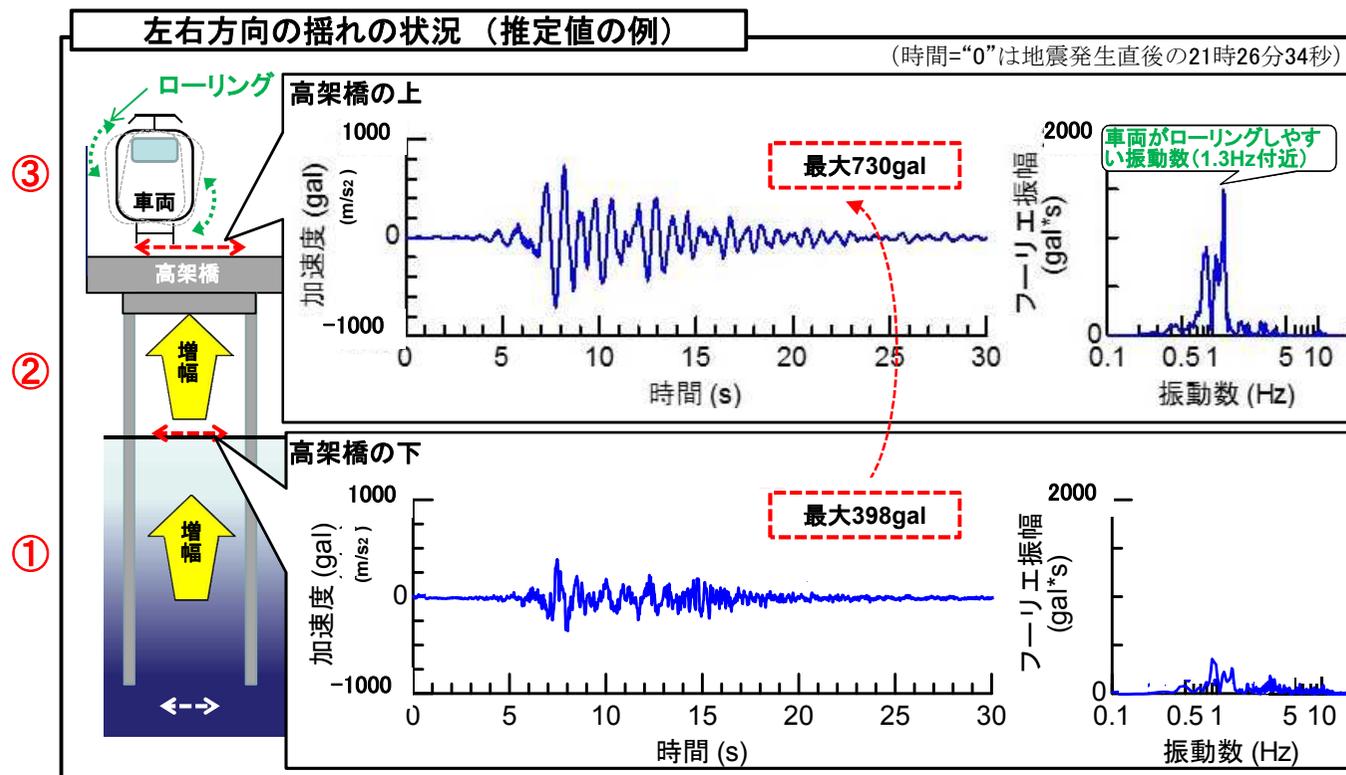
【STEP3】車両の挙動を推定



本件列車の脱線に関する分析(3)

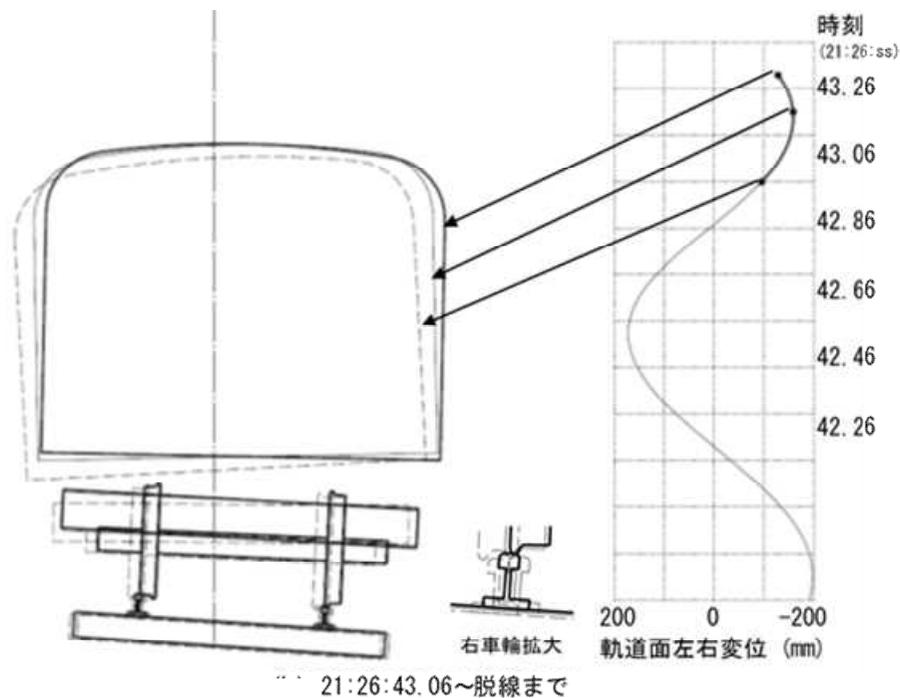
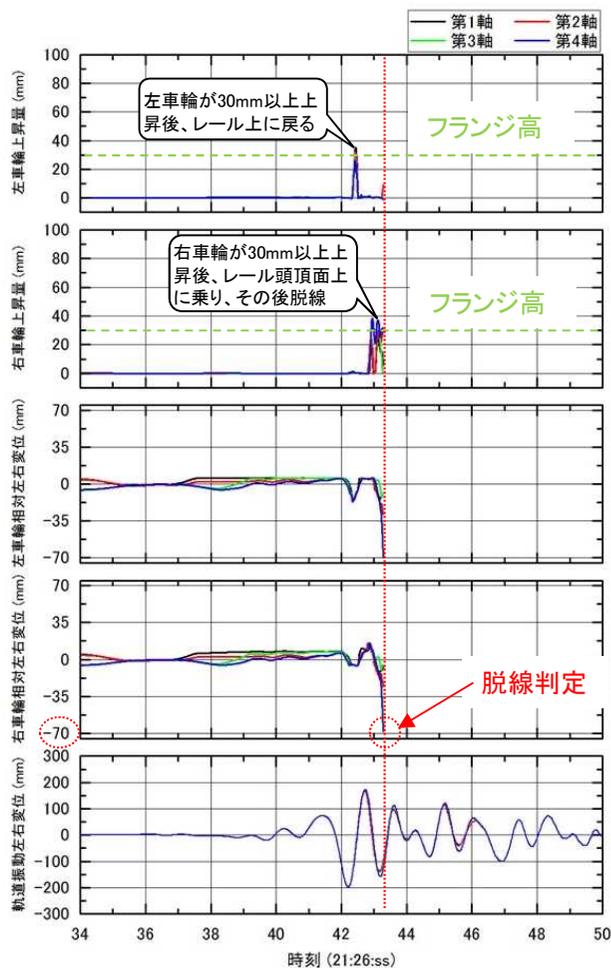
○シミュレーションによる脱線の経過の推定

- ①地盤で振動が増幅し、事故現場付近の高架橋の直下に線路直角方向の大きな揺れが加わった
- ②高架橋で振動が増幅し、軌道面において車両がローリングしやすい振動数(1.3Hz付近)の左右の揺れが増幅
- ③各車両が左右に大きく揺れ、多数の輪軸がほぼ同時に脱線



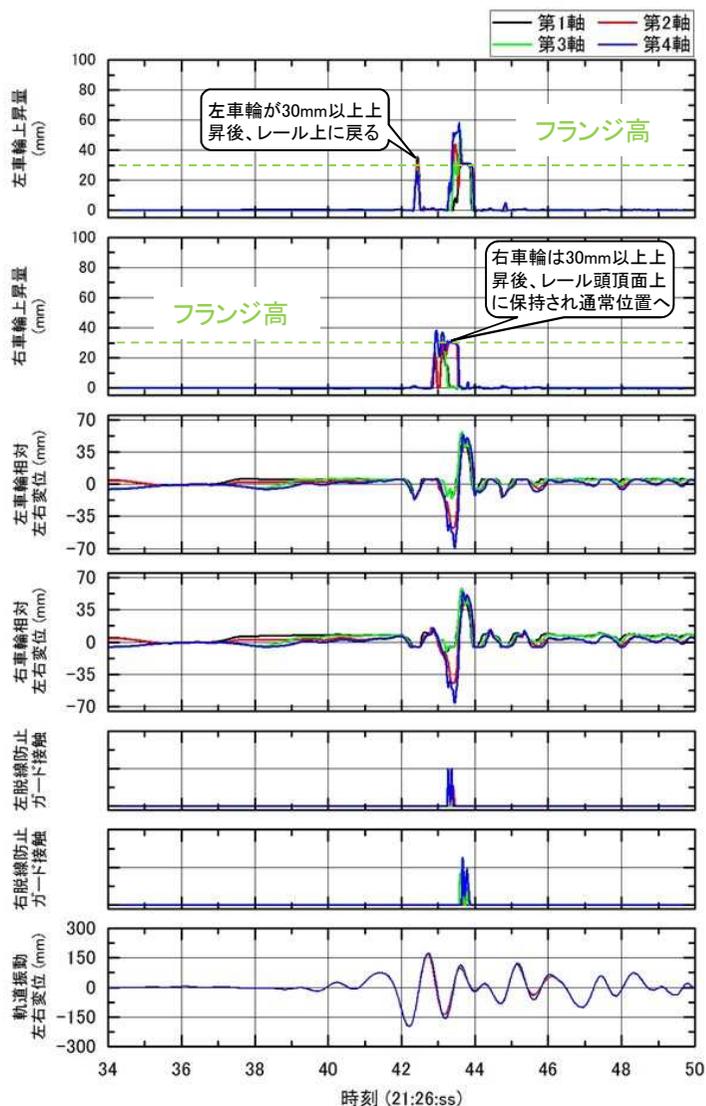
本件列車の脱線に関する分析(3)

○シミュレーションを用いた車両挙動解析による脱線状況の分析例(1両目)



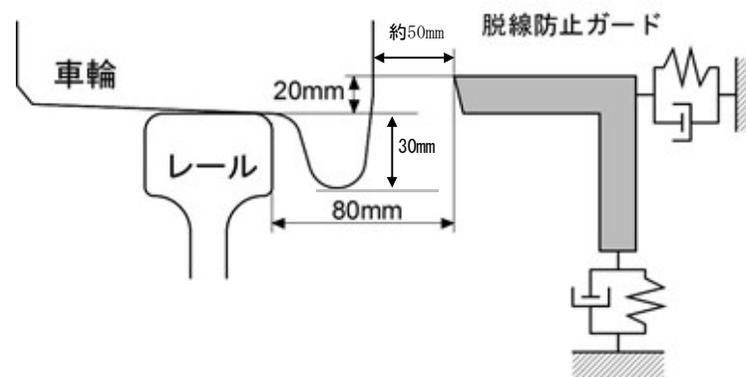
本件列車の脱線に関する分析(3)

○脱線防止ガードの設置を仮定した場合の車両挙動の解析例(1両目)



○脱線防止ガードの設置を仮定した場合の分析

脱線防止ガードを設置した場合、**脱線は発生しない**結果となったことから、脱線防止ガードが仮に設置されていれば、**脱線の発生リスクを低下させることができた可能性はあると考えられる**



脱線防止ガードモデル

原因

本事故は、「平成28年(2016年)熊本地震」のうちの、平成28年4月14日21時26分ごろ発生した地震の地震動を受けたため、列車が脱線したものと考えられる。

脱線に至る過程については、地盤の振動増幅により、事故現場付近の構造物直下に線路直角方向の大きな振動が加わったことに加え、構造物において車両にローリングを生じさせやすい振動数帯の左右の揺れを増幅したことにより、列車の各車両が左右に大きく揺れて左又は右車輪のフランジがレール上に乗るなどして、多数の輪軸がほぼ同時期に脱線したものと考えられる。

再発防止策の要点

- ①脱線・逸脱防止対策を更に推進していく必要がある。
- ②この推進に当たっては、今回の事象を踏まえ、地震発生リスク、脱線発生リスク、脱線後の走行により生じる被害の大きさ等を考慮して脱線・逸脱防止対策の整備計画の検討を行い、実施していくことが重要である。
- ③脱線が発生した後も逸脱防止対策の機能が損なわれないように、車輪が枠型スラブ穴部の前面壁に衝撃した場合に生じる衝撃力について評価し、必要に応じて安全性を向上させるための研究開発を行うことが望まれる。

事故後に同社が講じた措置

本件地震の発生後、同社は、平成28年5月27日以降に、以下に示す措置を講じた。

- ① 今回の本件地震において列車が脱線した当該箇所周辺に14.5km、追加対策として熊本駅構内及び熊本総合車両所構内に2.5kmの合計17kmの区間に脱線防止ガードを設置した。(平成29年3月27日までに完了した。)
- ② 本件列車を除く6編成に逸脱防止ストッパを取り付けた。(平成29年3月29日までに完了した。)