

日本貨物鉄道株式会社 江差線列車脱線事故（江差Ⅱ） （平成24年9月11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12月

1. 事故の概要

1. 事業者名 : 日本貨物鉄道株式会社
2. 事故種類 : 列車脱線事故
3. 発生日時 : 平成24年9月11日(火)19時26分ごろ (天候:曇り)
4. 発生場所 : 江差線 釜谷駅かまや～泉沢駅いずみさわ間(北海道上磯郡木古内町かみいそ きこない)
5. 関係車両 : 高速貨第2050列車(21両編成)
6. 死傷者 : なし
7. 事故概要 :

日本貨物鉄道株式会社の五稜郭駅ごりょうかく発宮城野駅行き21両編成の高速貨第2050列車は、五稜郭駅を定刻(17時56分)より1時間2分遅れて(18時58分)に出発した。

泉沢駅の上り出発信号機付近で非常ブレーキが掛かり停止したため、輸送指令の指示により運転士が降車して列車を点検したところ、9両目貨車と10両目貨車の間にあるブレーキ管ホースの連結器が外れており、9両目貨車の後台車全2軸が左側に脱線しているのを発見した。

列車には、運転士1名と青森信号場から五稜郭駅まで運転する予定の運転士1名の2名が乗車していたが負傷はなかった。

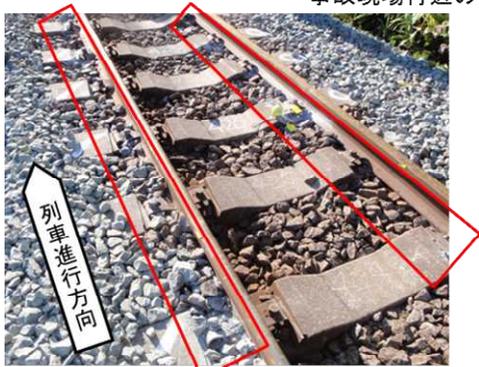
2. 事実情報

事故発生場所(P.5-8,49-51)

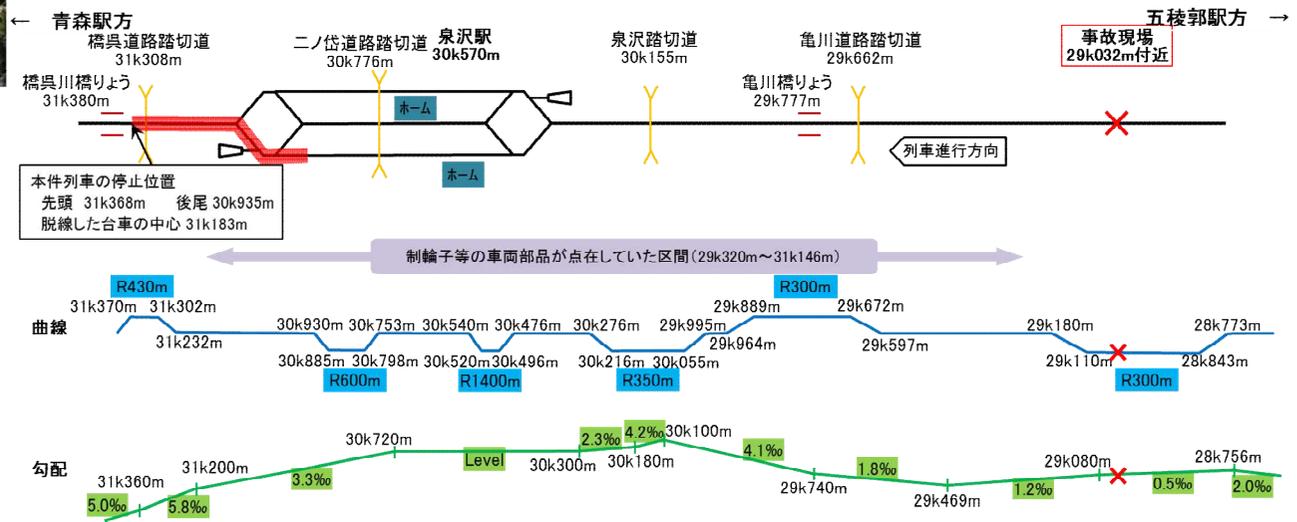
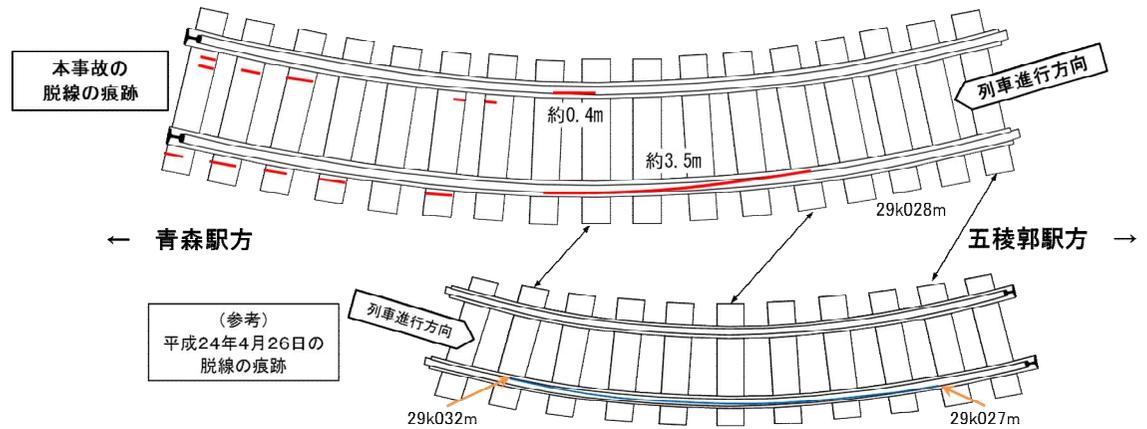
江差線 五稜郭駅～江差駅間 79.9km(単線)



事故現場付近の状況



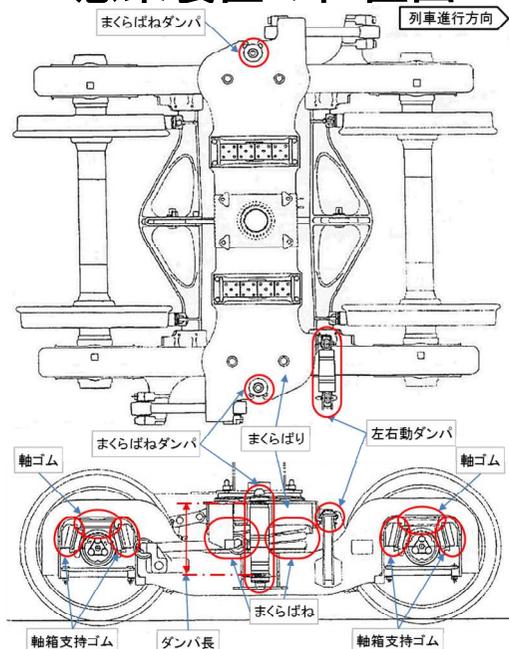
29k032m付近の痕跡



本件貨車の状況(P.15,17,18)

- ・車両の検査の記録には、異常を示すものはなかった。

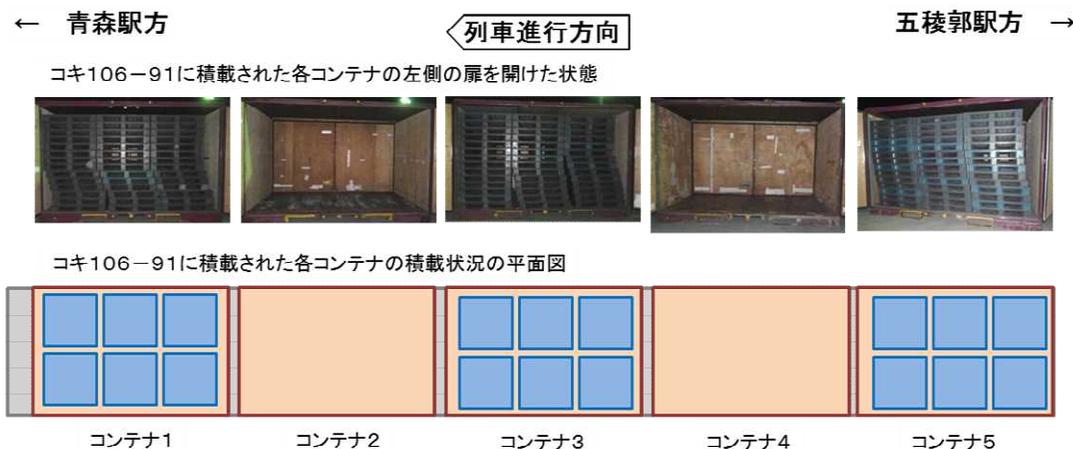
懸架装置の位置図



積載の状態に応じた静止時のダンパ長

コキ106形式	空車状態	事故発生時の積載量	まくらばねダンパの特性切替	最大積車状態
1両あたりの積載量 (t)	0.0	14.8	18.3	39.0
まくらばね変位量 (mm)	0.0	-12.1	-15.0	-32.0
ダンパ長 (mm)	430.0	417.9	415.0	398.0
まくらばねダンパの減衰	小さい			大きい

積荷の状況



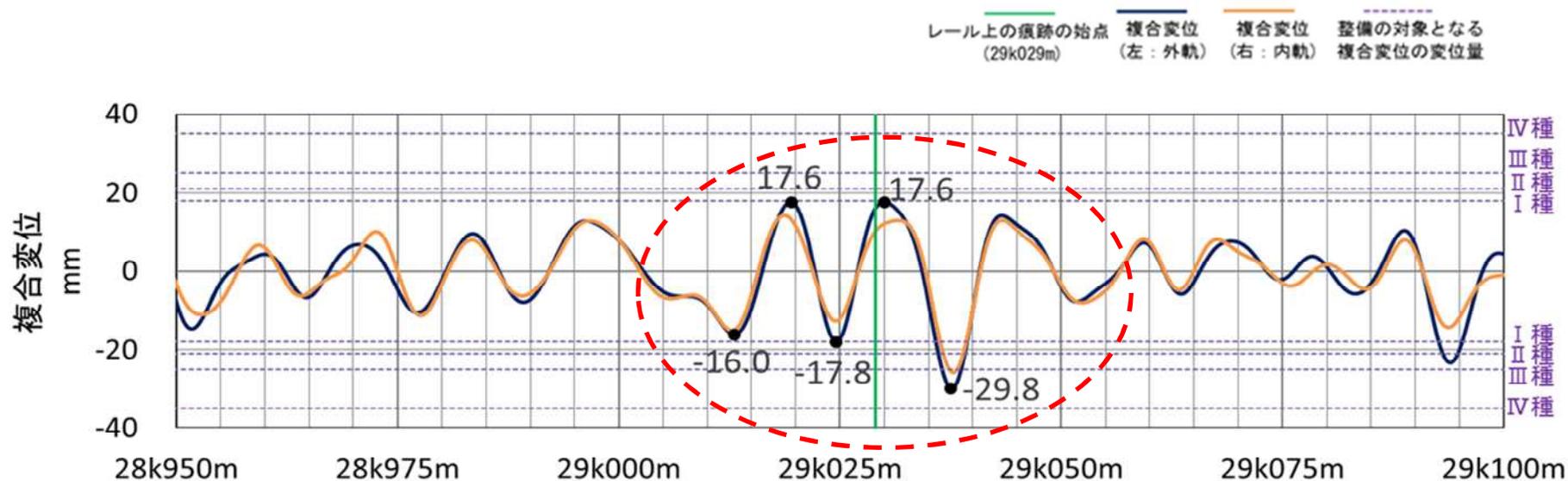
----- コンテナ1、3、5の積載状況 -----
 12フィートコンテナにパレットが84個(14段×6列)
 コンテナを含めた重量は3.75t、3.88t、3.70t

----- コンテナ2、4の積載状況 -----
 12フィートコンテナ(積荷なし)
 コンテナの重量は1.70t、1.78t

コンテナ五つの合計重量は14.81t

事故現場付近の軌道変位の状況(P.8-11,57,58)

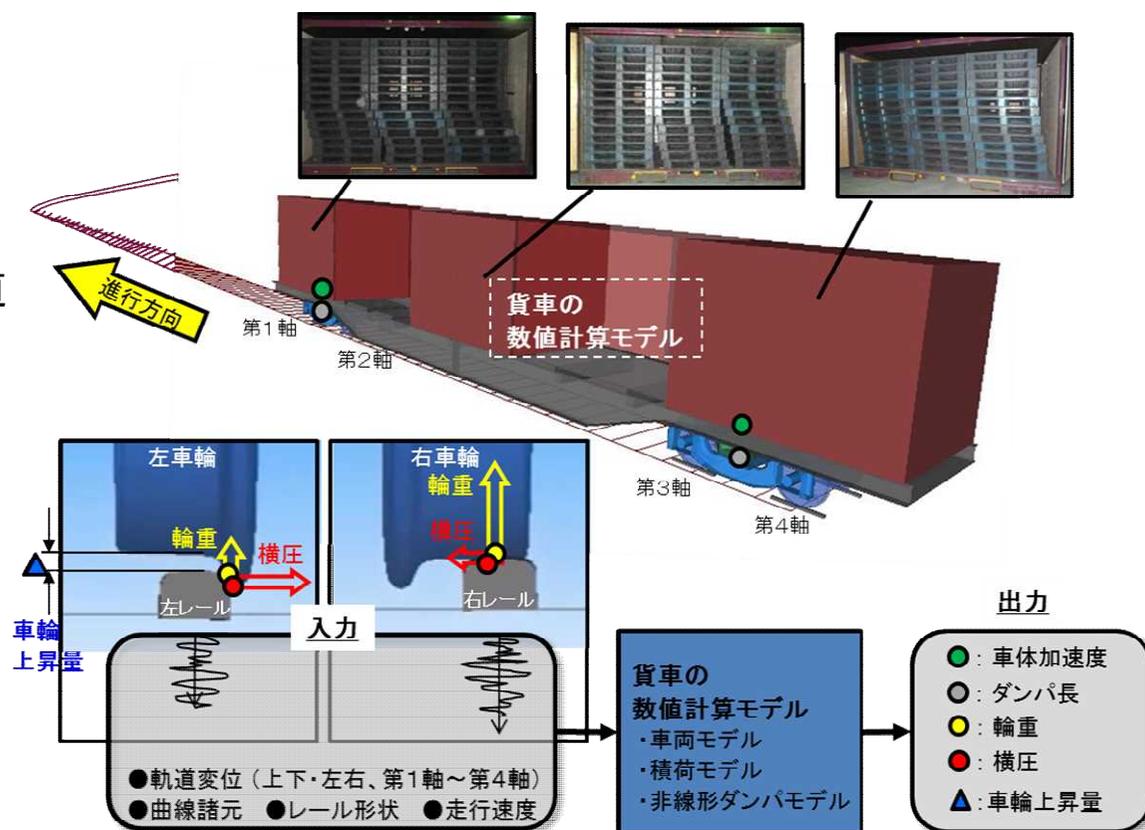
- ・軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位及び5m平面性変位は、いずれも整備基準値内であった。
- ・複合変位は、整備対象に近い比較的大きな変位量があった。



数値シミュレーションの目的及び手順(P.25,62)

本事故の要因を推定する目的で、コキ106形式の貨車が曲線部を走行するときの挙動を、力学モデルを用いた時刻歴シミュレーションにより解析し、懸架装置、積荷及び軌道の各条件が貨車の挙動に与える影響について考察した。なお、車両のモデル化と時刻歴シミュレーションは汎用マルチボディ・ダイナミクス解析ソフトウェアを用いて以下の手順で行った。

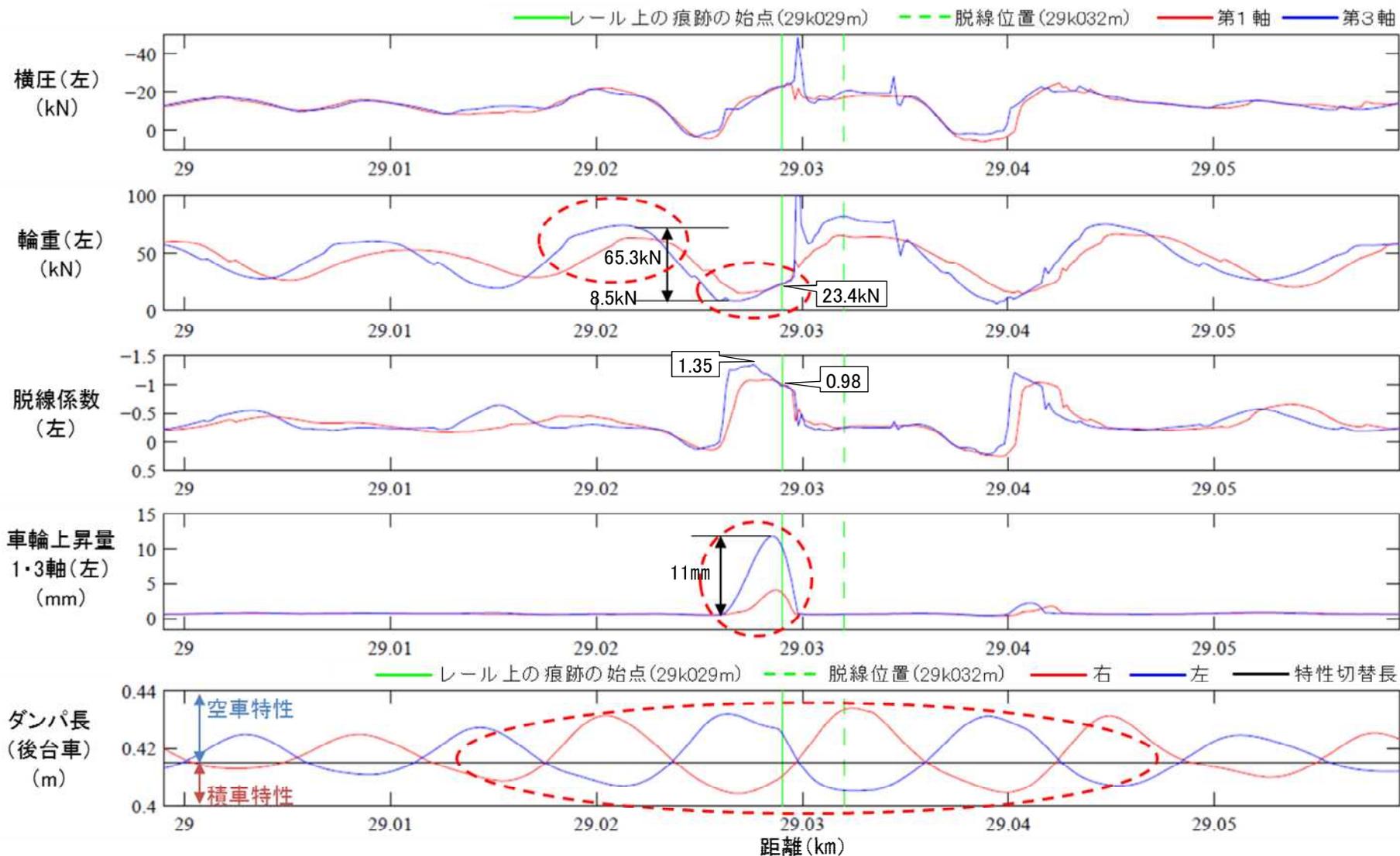
- ① 走行試験のデータを使用した、数値シミュレーションモデルの妥当性の確認
- ② 数値シミュレーションによる本事故の再現
- ③ 本事故の要因の検討
まくらばねダンパの減衰特性、軌道変位、軌道変位の波数、積荷の重心及び車両形式をそれぞれパラメータとした解析
- ④ 半車両モデルを用いた貨車のロール振動に関する検討



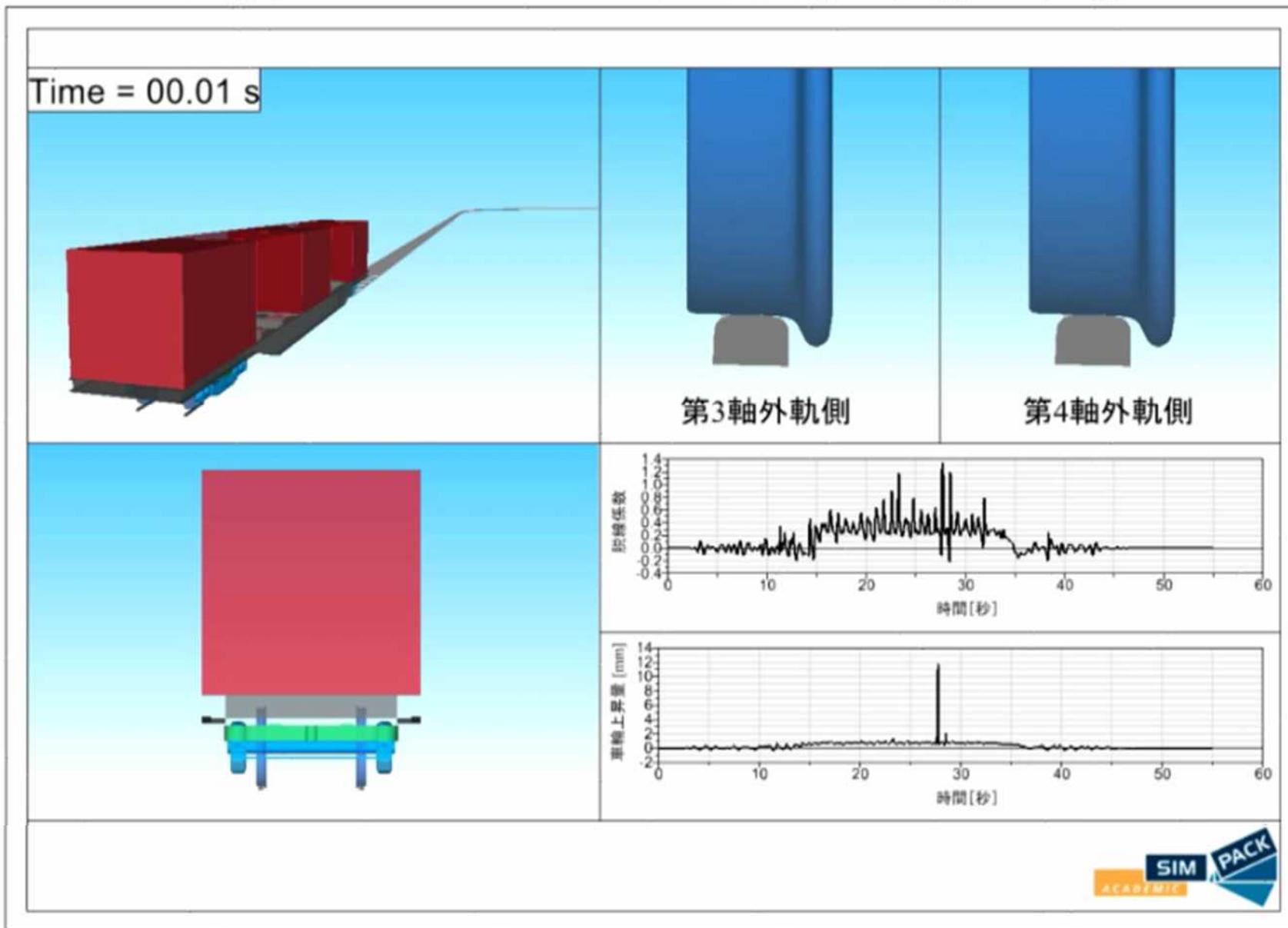
数値シミュレーションによる本事故の再現(P.27,28,69,70)

本事故の再現

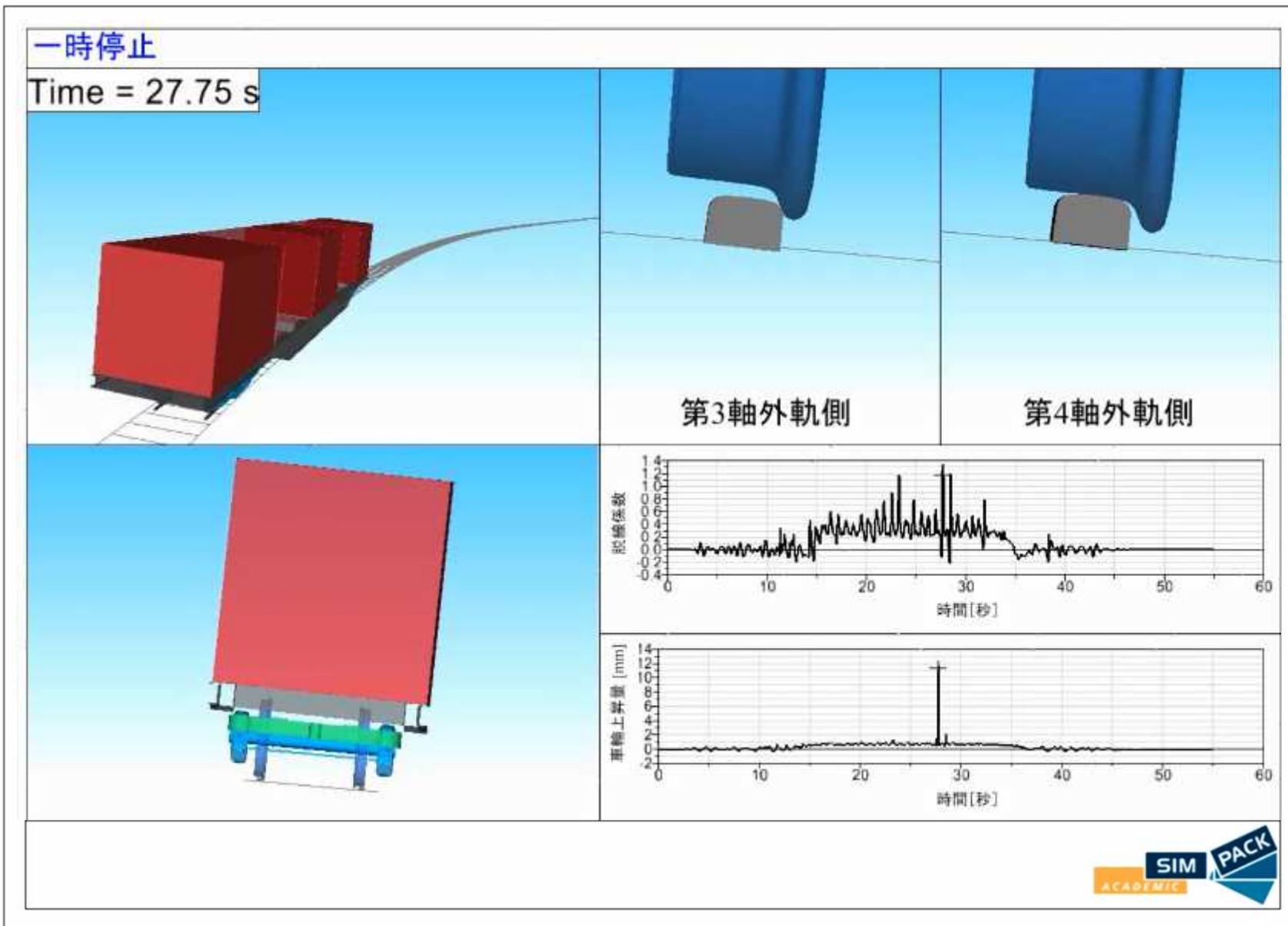
軌道データ: 平成24年8月 走行速度: 60km/h 車輪・レール間摩擦係数: 0.5



数値シミュレーションによる車両と車輪の挙動



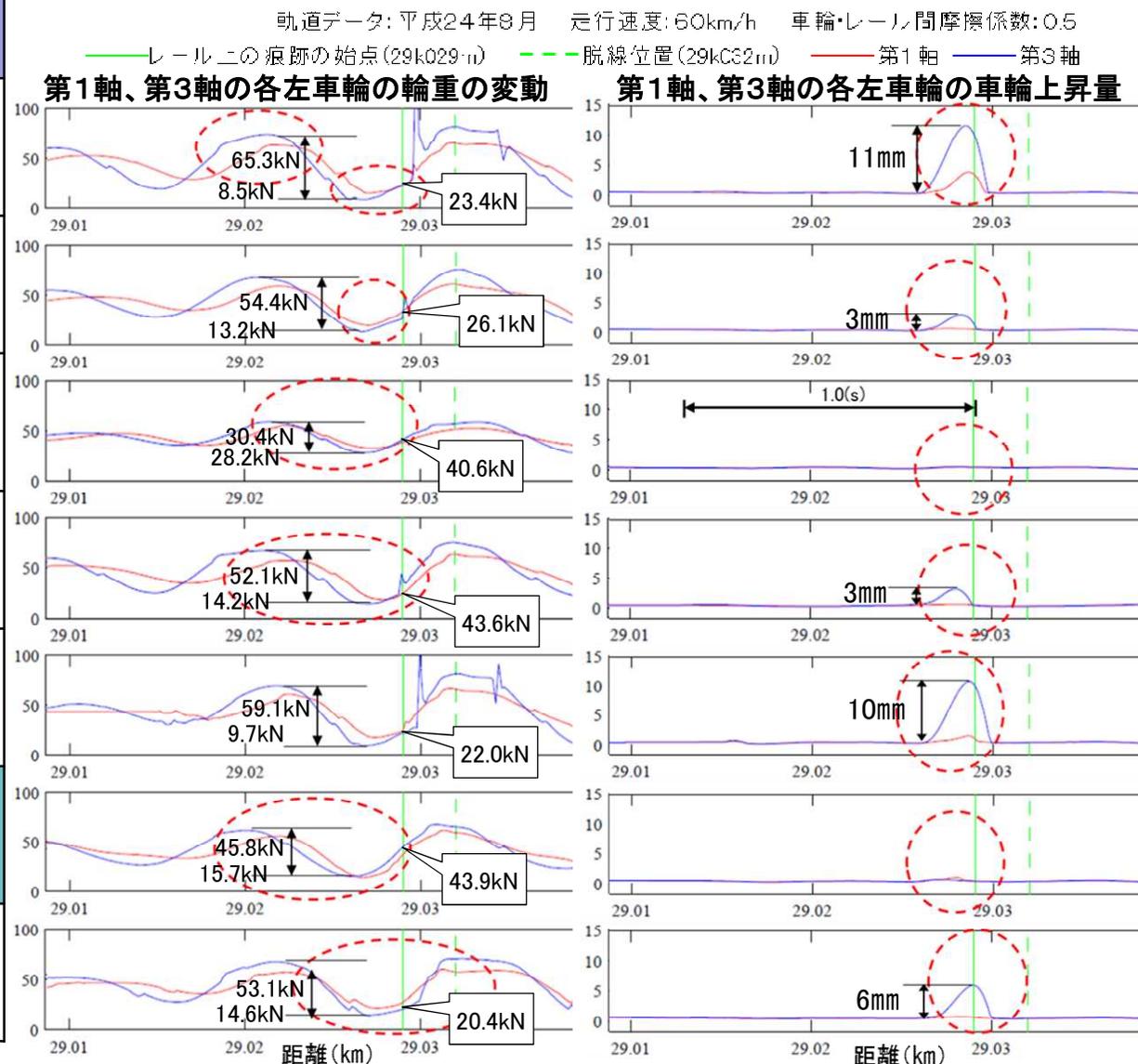
数値シミュレーションによる車両と車輪の挙動



数値シミュレーションによる本事故の再現(P.29-31,72-78)

数値シミュレーションにおいて条件を変更した場合の、第1軸、第3軸の各左車輪の輪重の変動と車輪上昇量の比較

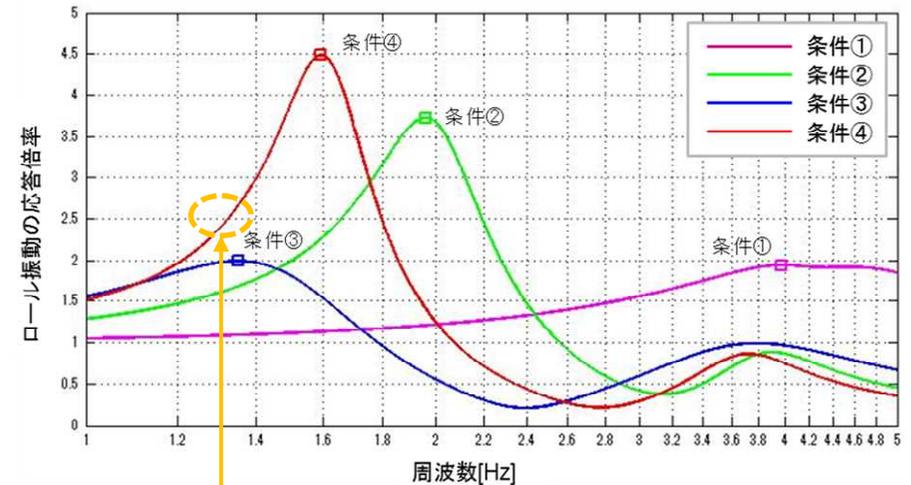
車両	まくらばねダンパの減衰特性	軌道変位	パレットの積載
コキ106形式	非線形切換え	通り、高低を入力	14段
コキ106形式	積車特性固定	通り、高低を入力	14段
コキ106形式	非線形切換え	通りのみ入力	14段
コキ106形式	非線形切換え	高低のみ入力	14段
コキ106形式	非線形切換え	1波長手前のみ入力	14段
コキ106形式	非線形切換え	通り、高低を入力	8段
コキ104形式	非線形切換え	通り、高低を入力	14段



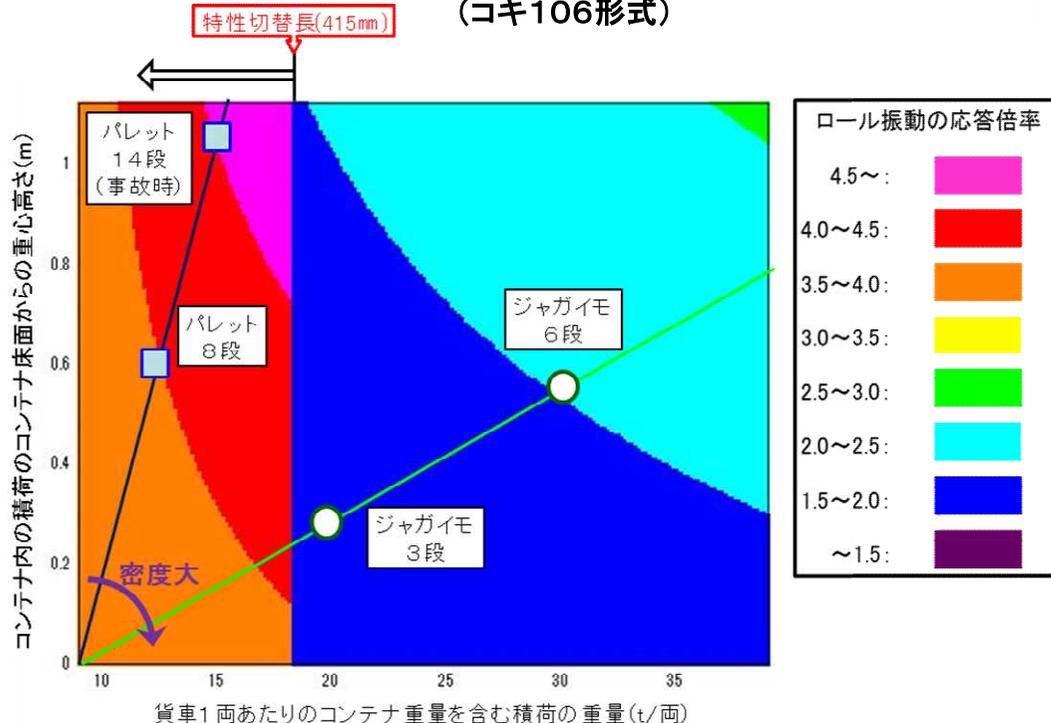
半車両モデルを用いた貨車のロール振動に関する検討(P.31-33,80,81)

コキ106形式の積載条件ごとのロール振動の応答倍率

	積載の状態	減衰特性
条件①	空車状態	空車特性
条件②	空コンテナ積載 (空コンテナ5つ)	空車特性
条件③	走行試験 (3.5t積載コンテナ5つ)	積車特性
条件④	本事故時の積載 (パレット積載コンテナ3つ 空コンテナ2つ)	空車特性



積荷の重量と重心高さが車体のロール振動に及ぼす影響 (コキ106形式)



	条件①	条件②	条件③	条件④
応答倍率	1.94	3.72	1.99	4.49
周波数 [Hz]	3.98	1.96	1.35	1.59

本事故発生時の車体のロール振動は、卓越周波数が約1.3Hzと考えられ、応答倍率は約2.5倍となる。

3. 分析

車両に関する分析(P.38)

- コキ106形式の懸架装置の状況
 - * 積載量が比較的軽量の状態では、減衰が小さい“空車特性”になる
 - * 積荷が比較的軽量な場合、減衰が小さく車体のロール振動が収束しにくい
 - * 事故時の本件貨車の積載量は比較的軽量であり、静止時にはロール振動が収束しにくい“空車特性”の状態であり、走行時には車体のロール振動により“空車特性”と“積車特性”が交互に切り替わっていた
- 貨車の積荷の状況
 - * 積荷の重心の高さは、コンテナの中心部付近の比較的高い位置にあったと考えられ、積荷の重心の高さが本件貨車のロール振動の発生を助長させた

軌道に関する分析(P.40)

- 事故現場付近の軌道変位は整備基準値内
- 事故現場付近の複合変位については、整備対象に近い連続した比較的大きな変位量であったこと、走行速度に対して車体のロール振動を大きくする波長成分を含んでいたことが誘因となり、車体のロール振動及び輪重の変動が繰り返し発生することを助長させた

走行速度に関する分析(P.41)

- 本件列車は事故現場付近を制限速度である60km/h以下の約59km/hで通過

貨車のロール振動に関する分析(P.41)

- 本件曲線を走行中、まくらばねダンパの減衰が小さい“空車特性”である時間割合が多く、車体のロール振動が大きくなるとともに、外軌側車輪の輪重変動が大きくなったことが、車輪の乗り上がりに大きく関与
- コキ106形式では本事故時のように積荷が比較的軽量でかつ積荷の重心が高い状態において脱線に対する余裕度が小さい可能性があると考えられる。これはコキ106形式とコキ104形式における懸架装置の仕様の違いによるものと考えられる。

軌道変位の関与に関する分析(P.42)

- 複合変位の脱線発生への関与
 - * 通り変位と水準変位の両方の変位が逆位相で含まれる複合変位が関与
- 軌道変位の周期性
 - * 貨車の車体ロール振動の共振を生じやすい波長成分の複合変位が1波長分でも存在すれば、ロール振動が発生して輪重変動が生じ、車輪乗り上がりに至る可能性

貨物列車の走行安全性の向上に関する分析(P.44)

- 本事故は、運転状況、車両及び軌道の状況がJR貨物及びJR北海道の基準等に則った中で、貨車の懸架装置の仕様、積荷の状態、事故現場付近の軌道の状態が、それぞれ脱線に対する余裕度を低下させ、これらが重畳したことにより発生
- 脱線に対する余裕度を低下させないため、貨車の使用実態を踏まえ、関係者が協力しつつ、それぞれの要因について相互に関連させながら、貨物列車の走行安全性の向上などに関して総合的に検討を行うことが必要
- 新型の貨車を設計する場合に、中間荷重状態も想定した、懸架装置の特性についても考慮することが必要
- 現在運用されている貨車については、使用実態を踏まえて、まくらばねダンパの特性切替長を変更するなどの改良の検討や、使用される貨車に応じた積載方法等の検討が必要
- 積荷の適切な積付けの徹底をするとともに、積載する貨車の特性によっては、ロール振動の減衰を著しく低下させないような積載方法についても検討していくことが必要
- 車体のロール振動を抑止するために、複合変位を管理していくことが重要
- 本件曲線において、複合変位が整備すべき対象となる変位量及び箇所数に該当していなかったにもかかわらず、本事故が発生したことから、今後、関係者及び研究機関において、より効果的な軌道変位の管理に関する検討を進めることが必要

4. 原因 (P.47)

- 列車が半径300mの右曲線を通過した際に、事故現場付近においてコキ106形式の貨車に発生した大きなロール振動により、曲線外軌側の輪重が減少し、外軌に乗り上がったことにより脱線

- 大きなロール振動の発生は、以下の要因が重畳（運転、車両、軌道は基準に則った状態）
 - * コキ106形式の懸架装置の仕様は、積荷が比較的軽量な場合、減衰が小さく、車体のロール振動が収束しにくいものであったこと
 - * 積荷が比較的軽量であり、重心が高い状態であったこと
 - * 複合変位は、比較的大きな変位量で、車体のロール振動の共振が生じやすい成分を含んでおり、ロール振動の発生を助長したこと

5. 再発防止策(P.47)

- 本事故は、貨車、積荷、軌道がそれぞれ脱線に対する余裕度を低下させ、これらが重畳したことにより発生した可能性があることから、関係者が連携して、以下の点を踏まえ総合的に検討することが必要
 - * 懸架装置の適正な減衰領域での使用及び積荷の積載量にかかわらず適正な減衰が得られる懸架装置の設備の検討
 - * 使用される貨車の特性を加味した積載方法の検討
 - * 貨車や列車の運行形態に対応する、より効果的な軌道変位の管理方法の検討

- これらの検討に当たっては、鉄道事業者、車両メーカー、貨物利用運送事業者、荷主及び研究機関等の関係団体における連携と、国土交通省の適切な対応が必要と考えられる。

脱線の要因の推定(P.82)

