

第2章 脱線の概要と検討手順

2.1 脱線の概要 (文献¹⁾～⁷⁾)

脱線現場付近の概略図を図2.1に示す。JR東日本の東京駅発新潟駅行き10両編成の下り第325C列車(とき325号)は、2004年10月23日、滝谷トンネル出口から出て、直線区間を速度約200km/hで走行中、非常ブレーキが作動して、207k828m付近に停止した。

列車の脱線状況を図2.2に示す。停止時に、1両目(車両は進行方向の前から数え、前後左右は進行方向を基準とする)の前台車全2軸、6両目の後台車後軸、7両目の

後台車後軸、8両目の前台車全2軸及び後台車全2軸、9両目の前台車全2軸の計10軸が左へ、7両目の前台車全2軸及び後台車前軸の計3軸が右車輪のみ軌間内に、2両目の前台車全2軸、3両目の後台車後軸、9両目の後台車全2軸、9両目の後台車全2軸、10両目の前台車全2軸及び後台車全2軸の計9軸が右へ、それぞれ脱線した。

10両目は、前台車後軸及び後台車全2軸の右車輪が上下線間の融雪排水溝に落下し、車体後部右側面の下部が上り線軌道スラブに接し、同側面の下端が同融雪排水溝に接していた。

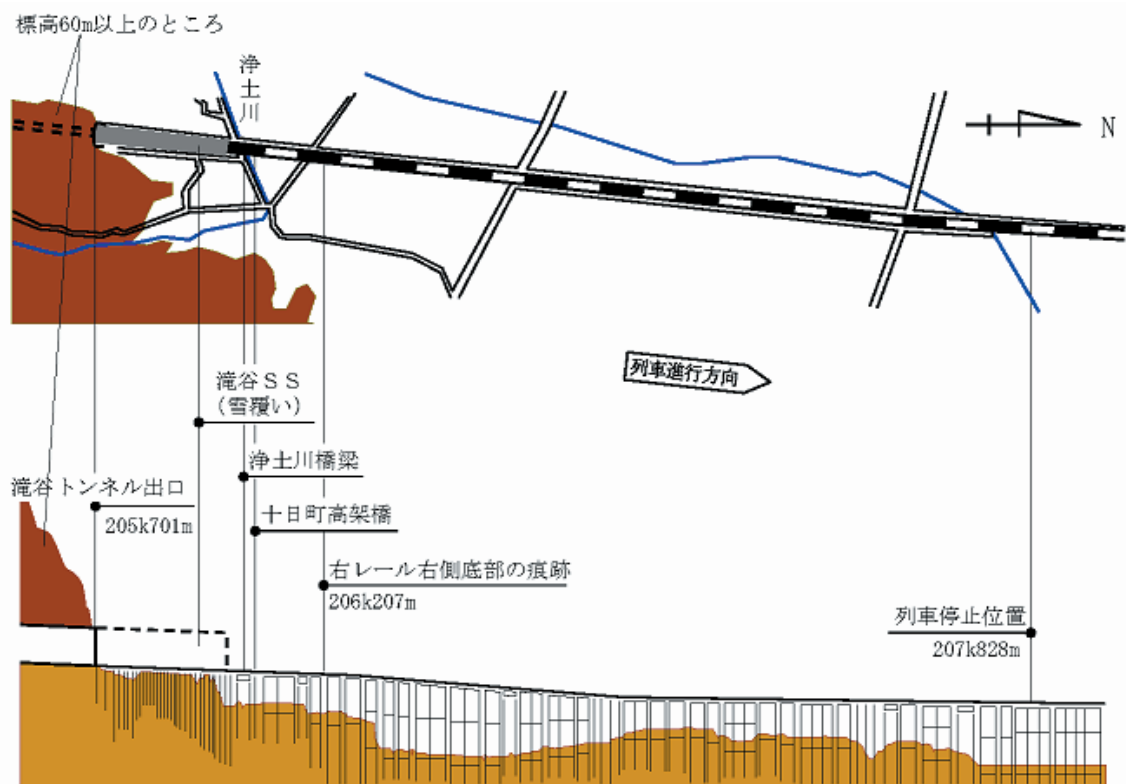


図2.1 脱線現場付近の概略図³⁾



*右車輪のみ軌間内へ脱線

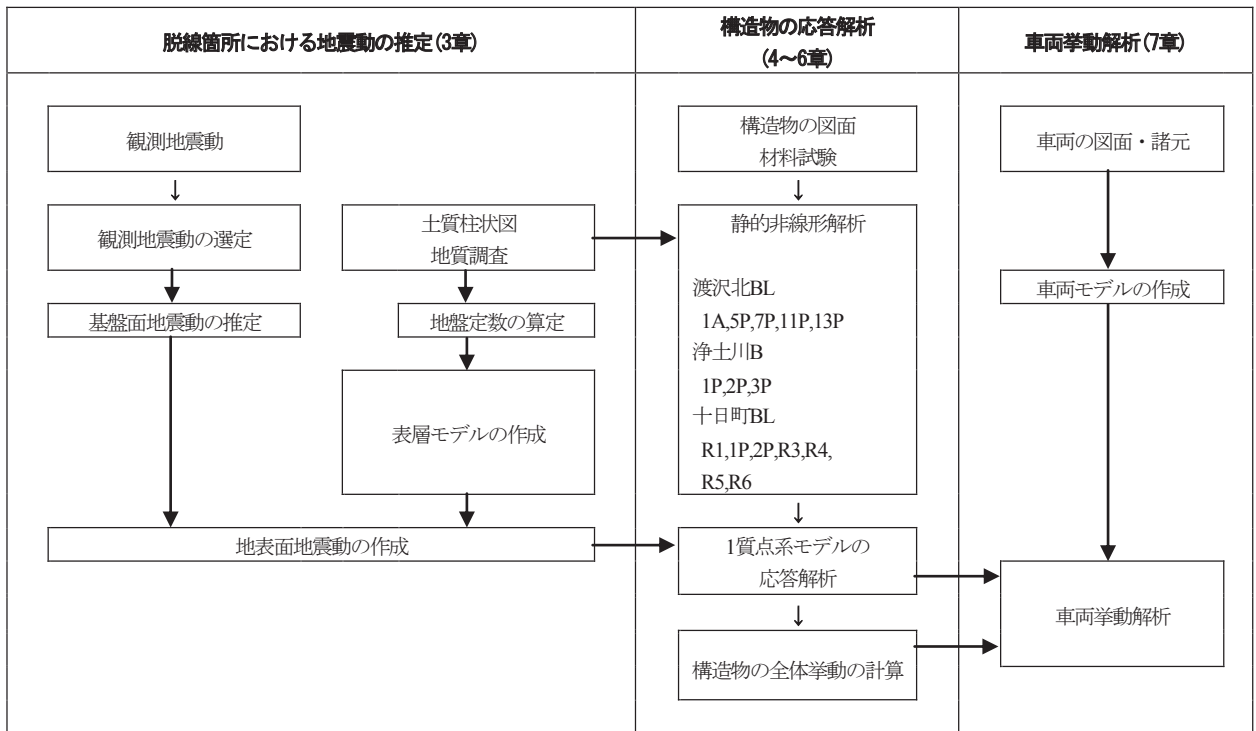
図2.2 列車の脱線状況³⁾ ※図中の第1軸、第2軸は、各々前軸、後軸を示す。

軌道については、締結装置多数が損傷し、レールは一部で右もしくは左に移動し、又は転倒し、下り線軌道スラブから外れて同融雪排水溝に落下し、3箇所では分離又は破断していた。

2.2 検討手順

具体的な検討手順を図2.3に示す。まず、観測地震動と地質調査結果に基づき地表面の加速度応答を求め、こ

れを構造物の1自由度系モデルによる動的非線形解析の入力値とした。また構造物を設計振動単位毎に区分し、15種類の構造物に対して線路直角方向への静的非線形解析を行い、構造物の動的非線形解析に用いる骨格モデルを作成した。これらの結果に基づき設計振動単位毎に構造物を1自由度系でモデル化した動的非線形解析を行い、その応答を求めた。また、動的非線形解析結果に基づき、構造物全体の動的な挙動を推定し、車両が構造物上を走行する場合に輪軸の位置で生じる振動波形を、動的角折



BL:高架橋 B:橋梁 P:橋脚 R:ラーメン高架橋 A:橋台

図2.3 検討手順

表2.1 新潟県中越地震新幹線脱線シミュレーションに関する経緯

表 題	計算条件		
	地震波バージョン	地盤・構造物モデル	解析ツール
現有資料に基づく車両の脱線シミュレーション	KN-2	現有	VDS
新しい土質調査結果に基づく車両の脱線シミュレーション	JN-2	調査1	VDS
追加土質調査結果に基づく車両の脱線シミュレーション	JN-3	調査2	VDS
DIASTARS(車両と構造物の相互作用モデル)による走行解析	JN-3	調査2	DIASTARS

- KN-2 : K-NET 長岡の観測波をベースに推定。地盤の1次元動的解析結果を不整形地盤の影響を考慮し補正。
- JN-2 : JR東日本新長岡SSPの観測波をベースに推定。地盤応答は2次元FEMで解析。
- JN-3 : JR東日本新長岡SSPの観測波をベースに推定。地盤波への引き戻しに深層までの追加ボーリング調査結果を反映。地盤応答は2次元FEMで解析。
- 現有 : 地質条件は建設当初のボーリング結果を利用。構造物についてはコンクリートは設計基準強度を、鉄筋については規格値の1.2倍を使用。
- 調査1 : 地質条件に調査した新長岡SSP1箇所(深さ14m)及び十日町BL付近8箇所のボーリング結果を反映。構造物については抜き取り材料強度試験の結果を反映。
- 調査2 : 調査1に加えて、地質条件に追加調査した新長岡SSP1箇所(深さ70m)及び十日町BL2箇所のボーリング結果を反映。
- VDS : 車両運動シミュレータ
Vehicle Dynamics Simulator
- DIASTARS : 新幹線車両と鉄道構造物との動的相互作用解析プログラム
Dynamic Interaction Analysis for Shinkansen Train and Railway Structure

れを考慮した手法で算定した。これらの構造物の応答に基づき、構造物上を走行する車両の動的挙動を検討した。

検討経緯を表2.1に示す。全体の検討の手順は図2.3に示したとおりであるが、実際には段階を踏んで検討を実施した。すなわち、地震直後には建設当初の地質調査や設計図面等の現有資料に基づく解析をまず実施し、基本的な車両挙動を解明した。次に、必要に応じて地質調査や構造物の材料調査を行い、逐次解析精度の向上を図っていった。また併せて車両と構造物の動的相互作用及び車両の連結の影響についても検討を行った。

文 献

- 1) 小長井一男：中越地震における交通施設の地震被害と地質条件，鉄道力学論文集，No.9，pp.61-68，2005.
- 2) 伊藤昭夫：鉄道構造物の被害状況と復旧状況，鉄道力学論文集，No.9，pp.69-75，2005.
- 3) 国土交通省 航空・鉄道事故調査委員会：東日本旅客鉄道株式会社 上越新幹線における列車脱線事故に係る鉄道事故調査について（経過報告），2005.
- 4) 国土交通省 鉄道局 新幹線脱線対策協議会：新幹線脱線対策に係る中間とりまとめについて，2005.
- 5) 東日本旅客鉄道株式会社：大規模地震に対する当社の取組みについて，2005.
- 6) 土木学会・第二次調査団：平成16年新潟県中越地震 社会基盤システムの被害等に関する総合調査「調査結果と緊急提言」I報告・提言編，2004.
- 7) 土木学会構造工学委員会鉄道力学連絡小委員会「鉄道の地震時走行安全」研究会：鉄道の地震時走行安全，鉄道力学論文集，No.10，pp.85-94，2006.