

## 新潟県中越地震に対する鉄道総研の取組み

研究開発推進室  
室長 市川篤司

### 1. はじめに

新潟県中越地震の発生直後、鉄道総研は所内に「新潟県中越地震復旧支援本部」を組織し、JR東日本の依頼を受けて現地調査、復旧支援を行うとともに、脱線状況の調査、脱線メカニズムの解明等のために設置された「上越新幹線脱線調査専門委員会（JR東日本主催）」に協力して地震動や車両挙動の推定等を行った。また、2名の専門家が参画する等「航空・鉄道事故調査委員会」の調査に協力したほか、国土交通省が主催する「新幹線脱線対策協議会」のメンバーとして、車両脱線防止、軌道からの逸脱防止等の検討を行っている。

ここでは、JR東日本とともに進めてきた鉄道総研の取組みの概要を述べるとともに、脱線メカニズムの検討のために行った地震動推定と車両走行シミュレーションに係わる鉄道総研の基盤技術を紹介する。

### 2. 鉄道総研の取組みの概要

新潟県中越地震が発生してから鉄道総研では、JR東日本からコンサルティングの依頼を受け以下の取組みを行った。

#### ① 地震直後の被害状況調査

新潟県中越地震のように大きな災害が発生した場合、被害状況をできる限り迅速に把握することが極めて重要である。鉄道総研では、地震直後に「新潟県中越地震復旧支援本部」を設置し、当夜には研究者を派遣する等、被害の全貌を把握するためJR東日本の調査に全面的な協力を行った。この調査では、新幹線のほか在来線の構造物・軌道の被害状況、新幹線脱線箇所の車両・軌道の状況および脱線現場周辺の軌道・構造物の状況等を調査した。

#### ② 復旧対策支援

新潟県中越地震では高架橋のほか、特にトンネルと盛土に被害が集中したことが大きな特徴であった。これらの被災構造物の復旧対策に対して、被災の原因分析と復旧対策の検討を行った。

#### ③ 上越新幹線脱線調査専門委員会への技術協力

地震後JR東日本に、脱線状況、脱線メカニズムの推定、脱線後の車両等の挙動の解明について調査・検討を行う目的で、「上越新幹線脱線調査専門委員会」が設置された。鉄道総研では、本委員会の活動に全面的に協力し、脱線状況の調査を行ったほか、脱線経緯の推定や脱線メカニズムの推定のために地震動の推定および車両走行シミュレーション解析を行った。

脱線経緯の推定では、脱線痕の調査や成分分析等脱線現場の詳細調査を行いJR東日本とともに検討を行った。地震動の推定および車両走行シミュレーション解析では、地震直後に鉄道総研内に「地震による新幹線脱線シミュレーション検討会」を設置し検討を行い、その結果を上記委

員会に報告した。

### 3. 地震動推定および車両走行シミュレーションにかかわる基盤技術への取り組み

地震波は、地盤から構造物へ伝播・増幅されて軌道を揺らし、さらに車両を揺らす。したがって、脱線挙動を把握するには、地盤～構造物～車両の挙動を精度よく解明しなければならない。そのためには、①地震動（地盤の揺れ）を合理的に予測する解析技術、②構造物の揺れを精度良く評価できる解析技術、③構造物上を走行する車両の挙動を精度良く評価できる解析技術が必要となる。鉄道総研では以前から地道にこれらの研究開発を進め成果を蓄積している。

#### (1) 地震動を推定する解析技術

今回の解析では、震源に近い地点の地表面で観測された地震波のデータおよびその地点での地盤構造情報をもとに深い基盤の地震動を推定し、距離による減衰を考慮して脱線箇所伝播する基盤地震動を推定し、さらにその箇所の地盤構造情報から脱線箇所の地表面の地震動を推定した。

この解析の基礎になるのは、地震動を推定する解析技術である。鉄道総研では、断層でどのような破壊が発生したか（震源特性）、生じた地震波がどのように地殻内を伝わるか（伝播経路特性）、対象地点の地盤構造によって地震波動がどのような影響を受けるか（サイト特性）を評価する技術の開発を進めている。この技術により断層で発生する地震動の予測が可能になる。

#### (2) 構造物の動的応答シミュレーション

高架橋を構成する各部材の非線形特性等の情報を基に、構造物を単純なモデルに置き換えて動的応答シミュレーションにより構造物上の揺れを推定した。この方法は、数多くの高架橋の耐震設計および耐震補強に使われているシミュレーション技術である。現在、損傷が進行した場合にも精度よく解析できる解析技術の開発を進めている。

#### (3) 地震時の車両挙動シミュレーション

計算機上で車両を走らせ、乗り心地や脱線に対する安全性の評価を行うことのできる車両運動シミュレータ *VDS* (*Vehicle Dynamics Simulator*) を開発している。*VDS* はマルチボディーダイナミクス的手法を取り入れた鉄道車両の運動解析ソフトで、ばね、ダンパ、ストッパ等の非線形特性、さらには心皿などの摩擦要素を考慮して車両を詳細にモデル化したものである。また、このソフトは、鉄道車両の運動に不可欠な車輪／レールの転がり接触を詳細に扱うこともできる。

*VDS* とは別に、構造物-軌道-車両の全体系の動的挙動を一挙に解析できるシミュレータ (*DAISTARS II*) も開発しており、構造物の設計等に利用されている。

### 4. おわりに

鉄道総研では、地震発生後、被災状況調査や被災構造物の復旧支援さらに上越新幹線脱線調査専門委員会への協力を、最重点に全力で取り組んできた。被災状況調査や復旧支援には的確な分析・判断力が必要である。また、地震動の推定や車両の挙動推定はこれまで地道に蓄積してきた技術を最大限に利用したものであるが、このような技術の蓄積が重要である。鉄道総研では、日頃から研究者の技術力の向上や基盤技術の蓄積・向上に努める所存である。また、地震に限らず大きな災害が発生した場合、迅速に被害状況を調査し原因を究明し復旧対策を講じることが重要であり、今後も迅速な対応を行う所存である。