

1504 新幹線高速化に伴う地震影響評価システムの開発

Outlines of the seismic risk assessment code for Shinkansen

正 [土] ○島村 誠 (JR 東日本研究開発センター安全研究所)

正 [土] 石黒 進也 (JR 東日本研究開発センター安全研究所)

Makoto SHIMAMURA, Safety Research Laboratory,

Research and Development Center of JR East Group

2-0, Nisshin-cho, Kita-ku, Saitama City

Shinya ISHIGURO, Safety Research Laboratory,

Research and Development Center of JR East Group

Seismic risk has been of more and more intense concern for the Shinkansen train operation in accordance with the ongoing train speed-ups. The authors have been developing a macroscopic seismic risk assessment code for Shinkansen railway systems (SRACS) based on probabilistic risk assessment methodologies. This paper outlines of the overview of the current status of the code development.

Keyword: risk assessment, Shinkansen, seismic hazard

1. はじめに

現在、JR 東日本では、新幹線の高速化プロジェクトが進められており、速度向上に伴う地震時のリスクを定量的に評価する手法の開発が求められている。そこで、新幹線沿線の震源の地震活動度、地震動の距離減衰特性、構造物の耐震特性、車両・構造物系の振動応答特性、地震早期検知システムの検知性能、列車のブレーキ性能等の要素パラメータにもとづき走行列車に対する地震リスクを定量的に評価する手法を開発するとともに、最適な地震リスク低減方法を提案することを目的とした新幹線地震影響評価システム SRACS (Seismic Risk Assessment Code for Shinkansen)の開発を行っている。これまでに、先行研究¹⁾で開発した手法をもとに、新幹線の高速化に伴う地震時の定量的影響評価システムを構築する要素評価モデルの定式化を行うとともに、地震影響の概略評価を行った。

2. SRACS の要素モデルおよび評価フロー

地震影響評価システムは、すでに損害保険業界や建設、不動産業界を主な対象としたものが数多く開発され、それぞれの設備の地震危険度評価に活用されている。今回、著者らが開発している SRACS の地震危険度評価のフローを Fig.1 に示す。

フローを構成する各評価モデルの概略は以下のとおりである。

- **地震活動度モデル**：日本列島に被害を与える可能性のある地震の潜在発生源全域にわたる各地点における地震活動度（地震規模（マグニチュード）と発生頻度の関係）を表現するモデルであり、過去の地震発生履歴および活断層に関する研究・調査結果にもとづいて設定される。
- **地震動予測モデル**：個々の想定地震（発生位置およびマグニチュード）が発生した際に評価対象地での地震動の大きさを予測するモデルで、地震動伝播の

距離減衰特性および地盤特性に関する研究・調査結果にもとづいて設定される。

- **地震早期検知評価モデル**：個々の想定地震および評価対象地点に対する地震早期検知システムの警報感度および警報余裕時間を評価するモデルであり、地震早期検知システムの性能仕様、過去の稼働記録ならびに地震動伝播に関する研究結果にもとづいて設定される。
- **構造物の損傷評価モデル**：個々の想定地震に対して列車運行を支える線路構造物の耐震性能を評価するモデルであり、過去の地震による構造物被害記録ならびに構造物の地震動応答シミュレーションにもとづいて設定される。
- **車両走行安定性評価モデル**：個々の想定地震に対して地震動に曝された列車の走行安定性を評価するモデルであり、過去の地震による列車脱線記録ならびに車両・構造物系の地震動応答シミュレーションにもとづいて設定される。
- **リスク評価モデル**：個々の想定地震が列車運行に対する危害事象（脱線など）をもたらす確率を評価するとともにそれぞれの想定地震の発生頻度を考慮することによって、評価対象に関する地震リスクの大きさを算定するモデルであり、前項までの各モデルの評価パラメータの依存関係を統合することによって設定される。

3. SRACS による地震影響の計算結果

現在、上記各評価モデルを連携させた評価コード全体の構造化について取り組んでおり、これが完了した時点で、冒頭に述べた地震時リスクの定量的評価が可能となる。これに先立ち、危害事象に比較して根拠となる観測データの得やすい危害事象以外の地震影響（運転規制による列車遅延等）について現在までに構築した手法の妥当性の評価を行った。

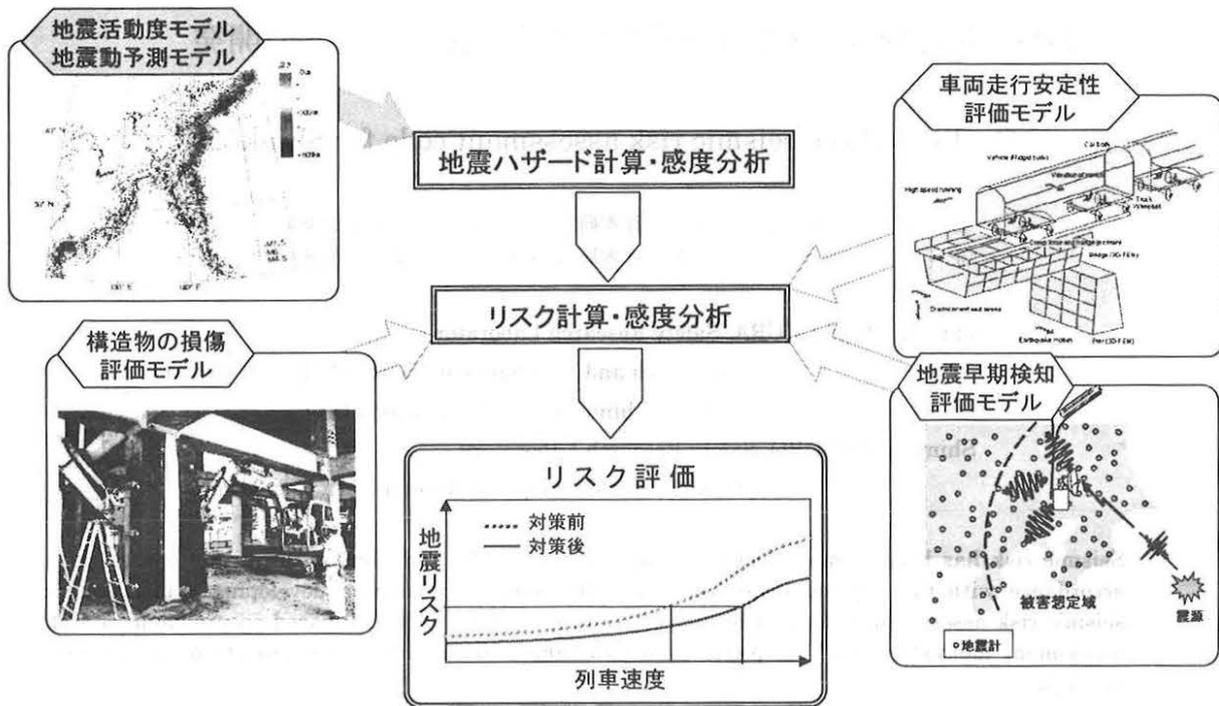


Fig.1 Risk assessment flow of SRACS

Fig.2は、SRACSを用いて、東北新幹線における地震時運転規制に起因する列車遅延の発生頻度を、遅延の種類（大遅延：地上点検・車上点検を伴う運転規制による遅延，中遅延：車上点検のみを伴う運転規制による遅延）と運転規制に用いる地震動指標の種類（最大加速度（PGA）とスペクトル強度（SI））毎に推定した結果である。地震動指標の違いによる運転規制頻度は、評価モデルの前提条件に起因する制約条件のもとで、観測事例から得られた結果²⁾と整合的であり、評価手法が概ね妥当なものであることが確認できた。

参考文献

1) Makoto Shimamura, Hisashi Tsuyuki, Tadao Umezawa, Nodoka Ujita, "A Risk-Benefit Analysis of the Seismic Early Warning System for High-Speed Railways", Journal of Eastern Asia Society For Transportation Studies, Vol.4, No.6, pp.259-268, 2001.10

2) 石黒進也, 島村誠: スペクトル強度 (SI 値) による地震時運転規制方法の有効性の検証, 第10回鉄道技術連合シンポジウム J-RAIL2003, 講演 No. 1503

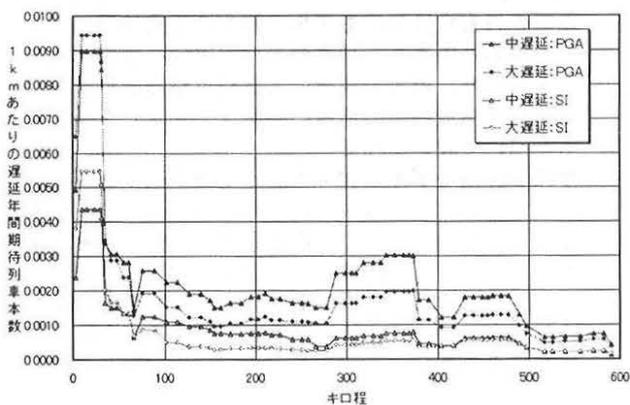


Fig.2 Comparison of expected frequencies of train delays

4. 今後の進め方

今後、地震環境および新幹線システムの詳細特性を考慮した実用的な地震リスク評価手法の開発を目的として、評価モデルの改良および評価項目データベースの構築を行う予定である。