

鉄道網の洪水・土砂災害に対するリスクの簡易評価手法

名古屋大学大学院 学生会員 ○高山 芳樹
 名古屋大学大学院 正会員 加藤 博和
 名古屋大学大学院 学生会員 田島 治希
 名古屋大学大学院 正会員 大野 悠貴

1. はじめに

近年、洪水や土砂災害の発生頻度が増加している。これらにより鉄道や道路が不通となった場合、大きな損失が発生し、影響が長期にわたるほど損失も膨大となるため、災害発生前に被災ダメージを軽減する対策が求められる。しかし災害対策には多くの時間と費用がかかり、対策が必要な箇所数の増加に対策実施が追いつかないことが懸念されることから、対策優先度の高い箇所の特定が求められる。

特に日本の幹線鉄道は、明治・大正時代の土木技術が未発達な時代に建設され、現在でもそのままの経路でかつ利用者の多い路線が多数存在している。そのような路線は特にリスクが高いと考えられ、抜本的な対策が必要である。

本研究では、鉄道網の自然災害リスクを評価する手法を開発することを目的とする。さらに、実際の全国データを用いて検討を行い、事前対策実施の優先度を定量評価することを試みる。

2. 全国の鉄道路線を対象とした 災害リスクの簡易評価

まず、鉄道路線が災害に対してどれほど脆弱な状況にあるのかを把握する。全国の鉄道路線約 27,000km を対象として、洪水・土砂災害の被災が想定される路線がどれくらいあるのかを、路線地図とハザードマップとの重ね合わせを行い分析した。その結果、6,450km で浸水被害が想定され、2,000km の線路で土砂災害による被害が想定されると判定された。

洪水の被災が想定される区間は都市圏の中心部に多く見られ、土砂災害の被災が想定される区間は都市間を結ぶ鉄道や郊外の住宅地を走る鉄道などに多くみられた。

3. リスク評価手法

リスクは一般に危険源、脆弱性、曝露の 3 指標の積で表される。危険源は影響を及ぼす事象がどのくらいの確率を表す指標であり、本研究では「**ハザード発生確率**」と定義する。脆弱性は路線がどれだけ災害の影響を受けやすいかを表す指標であり、本研究では水害に対しては「被災予測指標」、土砂災害に対しては「被災予測評価延長」と定義する。曝露は路線の社会的重要性であり、本研究では路線の「輸送密度」と定義する。水害の評価フローを図-1 に、土砂災害の評価フローを図-2 に示す。

以下にそれぞれの評価方法を示す。

1) ハザード発生確率

本研究において対象とする災害は水害および土砂災害とする。水害については、一級河川では計画規模で 100 年に一度の洪水が想定されているため、水害発生年の超過確率を 1/100 と設定する。土砂災害については、土砂災害特別警戒区域は 100 年間の超過確率が 30%と想定されていることから、災害の年超過確率を 1/250 と設定する。土砂災害警戒区域についても同様とする。

2) 被災予測指標と被災予測評価延長

国土数値情報の鉄道網データと鉄道統計年報の「(8)停車(留)場、線路建築物、立体交差、枕木数量及び道床延長表」を利用し、(いずれも平成 30 年度)、土砂災害の警戒区域・特別警戒区域、洪水の浸水想定区域(計画規模)と重なっている区間を抽出し、その延長を求める。さらに、この延長の値に浸水継続時間(日)を乗じたものを、浸水についての脆弱性指標(km・日)と定義して用いる。

橋梁については、被害によっては河川工事が必要となるため復旧期間が長くなる。橋梁が流出した際の復旧までに要する時間は災害の発生時期や被災規模によって異なるが、橋脚被災時に応急復旧によって列車の運行が再開されるまでの時間として小湊ら(2016)¹⁾では6ヶ月～1年程度と述べられており、橋梁の復旧には1年程度かかることから、橋梁流出の復旧時間は365日とする。

鉄道統計年報においては高架橋と橋梁全体でそれぞれ数と合計延長が集計されている。しかし高架橋以外でも跨道橋など河川をまたがないものが含まれるので、(橋梁全体の合計延長-高架橋の合計延長)に(区間内の河川との交差数/高架橋以外の橋梁数)をかけて河川をまたぐ橋梁延長とする。橋梁の復旧時間365(日)と河川をまたぐ橋梁延長の積を橋梁被害についての脆弱性指標(km・日)とする。

浸水についての脆弱性指標と橋梁被害についての脆弱性指標を足し合わせて、被災予測指標(km・日)とする。なお、橋梁被害の発生確率は洪水の発生確率と同じ値とする。

土砂災害については、土砂災害警戒区域・特別警戒区域と重なっている区間の延長からトンネル区間の延長を引いて被災想定評価延長(km)とする。宮川ら(2013)²⁾より土砂災害の被災延長と応急復旧日数の間に比例関係が見られることから、影響日数は被災想定評価延長に比例すると考えられるため、被災想定評価延長(km)をそのまま土砂災害についての脆弱性指標とする。

各区間が被災する確率は、被災予測評価延長に比例すると考えることができる。

3) 輸送密度

曝露の指標には輸送密度を用いる。輸送密度はJR各社HPおよび鉄道統計年報から、新型コロナウイルス感染拡大前の2018年度のデータを利用する。

以上で求められた、各区間における自然災害に対するハザード発生確率、被災予測指標と被災予測評価延長、輸送密度の積をリスク値と定義する。

4. おわりに

本研究では、鉄道の洪水・土砂災害リスク値を、事象の発生頻度(危険源)、被災予測指標ならびに被災予測評価延長(脆弱性)、需要量の大きさ(曝露)の積で評価する手法を開発した。今後は全国の鉄道網を対象に評価を行い、優先度判定への適用可能性を検討する。その詳細は発表当日に説明する予定である。

謝辞：本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20S11818)の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 小湊祐輝, 阿部慶太, 篠田昌弘: 洪水により被災した鉄道橋梁橋脚の応急復旧事例, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 72 巻 2 号, pp. 332-337, 2016
- 2) 宮川智史, 久保哲也, 森芳徳, 宮武裕昭: 大規模な土砂災害に対応した効率的な復旧方法の検討, ジオシンセティックス論文集, 28 巻, pp. 45-52, 2013. 12

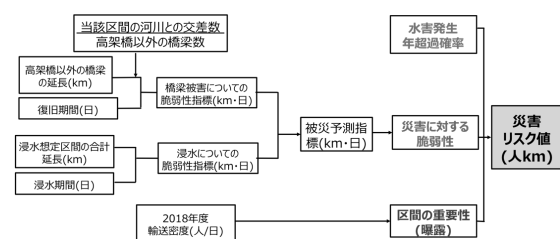


図-1 水害リスク評価フロー



図-2 土砂災害リスク評価フロー