緊急物資輸送に係る道路リスクに関する検討

防衛大学校建設環境工学科　学生会員　○文　聖仁
防衛大学校建設環境工学科　正会員　矢代　晴実
鹿島建設株式会社技術研究所　正会員　鳥澤　一晃

１．はじめに

東日本大震災では、地震発生後の緊急対応期において、被災者に緊急物資が届くのに多くの時間を要し、被災地の生活が困難に直面した等の課題があった。

内閣府による首都直下地震における具体的な応急対策活動に関する計画 [1] において、救助・救急、消火等で広域応援部隊の派遣として、警察・消防・自衛隊などで約 13 万人、地震発生後に必要な物資として飲料水 22 万㎥、食料 5,300 万食、毛布 34 万枚等の緊急輸送が最大値として必要とされている。これらの輸送に対応するため、緊急輸送ルート、防災拠点の確保が計画されている。

本研究では、首都直下地震における緊急輸送ルートの地震リスク評価に関する手法の基礎的研究を行った。

２．災害時緊急輸送

自然災害や緊急事態において、緊急輸送の目的は、必要な物資を、必要な量だけ、必要な場所に、必要なタイミングで供給することが要求される。そのためには物資集積拠点において支援物資が適切に仕分けされ、適切な情報（＝被災者のニーズの適切な把握が前提）に基づいて、適切なタイミングで輸送される、というシステムを構築することが必要となる。そのために、災害時緊急輸送で考慮すべき点は、①需要管理として、需要把握・予測、輸送タイミング、支援の公平性（地域的偏在）②経路と拠点の容量として、経路である海路、道路、線路などと拠点として空港、港湾、駅、倉庫など ③輸送手段の選択として 空路、海路、陸路（鉄道、道路）④ルート選択とスケジューリング　⑤災害復旧期に応じた対応策となる。それを考慮して災害時における緊急物資の最適配送計画として重要な点は、ⓐ安全な道路網を通る ⓑ全物資を最短時間で運ぶ ⓒどの被災地にも公平に物資を届ける ⓓ限られたトラックで効率的に物資を届ける　ことになる。

３．地震時の道路リスク

地震発生時における緊急輸送におけるリスクにおいて、庄司らは [2]、東日本大震災の道路被害から地震動が主因となる被害として「道路段差」「道路亀裂」「橋梁段差」「道路陥没」「道路崩壊及び盛土法面崩壊」「土砂崩壊」「橋梁損傷」「道路付帯設備被害」「液状化被害」等が広く分布しているとし、「路面盛土損傷」「斜面損傷」「橋梁損傷」「その他の損傷」として震度ごとに被害率を出している。

本研究では道路の通行リスクとして基礎的な指標として「地震動（震度）」と「液状化」リスクによる道路の暴露量を考え、道路の直接被害として庄司らの研究の被害項目を基にした橋梁被害を除いた「道路損傷リスク（通行止め発生件数）」と「橋梁被害リスク」を指標として考えた。他に道路通行リスクとして、建物倒壊による道路閉塞や地震火災による道路閉塞を考えた道路周辺の「地震動建物倒壊リスク」と「建物延焼火災リスク」を指標として考えた。以下に、それぞれのリスク指標の考え方を述べる。なお、分析地域は震度が低く、被害が少ないと思われる神奈川県厚木市を輸送拠点とし、被災地周辺の 1 次物資輸送集積拠点である品川トラックターミナルまで緊急物資を輸送することを想定して分析地域を東京都の西南部と神奈川県とした。図 1 に各リスクを地図上で示した図を示す。

3.1 地震動（震度）リスク

内閣府首都直下地震モデルのデータから 250m メッシュの計測震度を用いて、震度リスクとした。

キーワード　首都直下地震、リスク、ルート、輸送、
連絡先　〒239-0811 神奈川県横須賀市走水 1-10-20　防衛大学校建設環境工学科　TEL. 046-841-3810　E-mail：freemanyuin@gmail.com

3.2 液状化リスク

内閣府首都直下地震モデルのデータから250m メッシュの液状化危険度を用い、「道路橋示方書･同解説(1996 年 12 月発行)」に準じる手法で、液状化可能性指数(PL)を評価し、分類した。

3.3 全面通行止め発生件数リスク

1km メッシュの幅員による道路延長と、鳥澤らの研究 [3]で基づく道路通行止め予測の振動被害による通行止め確率から各メッシュの通行止め発生件数リスクを求めた。

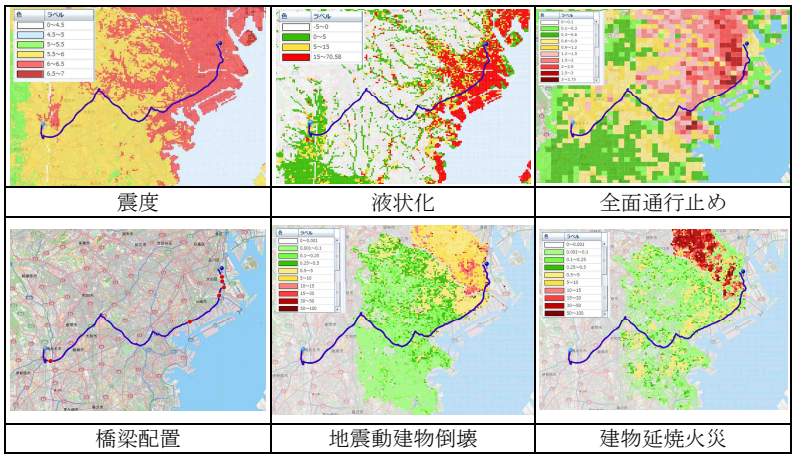

図 1　道路通行リスク分布

3.4 橋梁被害リスク

対象地域のルート上の全橋梁を畑らの研究 [11] で、橋梁被害を損傷ランク A、B、C と分け、橋梁被災率を計算した。橋梁の被災率を D、橋梁の個数を i、橋梁 i の被害率を pi として算出した。この計算結果に復旧目安日数を A は 30 日、B は 10 日、C は 5 日をそれぞれかけて、復旧期待値をリスクとした。

3.5 地震動建物倒壊リスク

250mメッシュの建物棟総数を求めるために「平成22年度国勢調査」からメッシュの世帯数と「平成25年度住宅・土地統計調査(総務省)」の建物棟数を用いてメッシュの建物棟数を算出した。各地域メッシュの建物棟数と内閣府の「各メッシュの地震動による建物予想倒壊棟数データ」から、各メッシュの地震動倒壊棟数率を求め、リスクとした。

3.6 建物延焼火災リスク

内閣府の倒壊予測は地震動と全要因の予想倒壊棟数のみのため、全要因の倒壊棟数から地震動倒壊棟数を引いた値を火災倒壊棟数率を求めリスクとした。

4．輸送ルートへの適用

予想される緊急物資輸送路の東名高速道路・国道 16 号・横浜新道・首都高速を主に通過するルートを仮定し、道路輸送リスクの各項目の結果を表 1 に示す。

表 1　道路リスク分析データ

震度別メッシュ数(個)		地震動倒壊危険度メッシュ比			火災倒壊危険度メッシュ比			液状化危険度メッシュ数(個)		
A (6 強)	B (6 弱)	A (25%以上)	B (10%~25%)	C (0~10%)	A (25%以上)	B (10~25%)	C (0~10%)	A (大)	B (中)	C (小)
137	145	6	4	185	0	3	192	66	35	181

液状化危険度メッシュ数(個)			通行止め発生件数(高速道路除外)			橋梁被害復旧期待値(日)			
A (大)	B (中)	C (小)	A (2.5 件以上)	B (1~2.5 件)	C (0~1 件)	A (大)	B (中)	C (小)	復旧期待値 (日)
66	35	181	2	24	25	3.051	3.335	2.8386	9.2246

5．まとめ

今回の研究では災害時の緊急物資輸送について、緊急輸送路に予想される地震リスク評価手法の基礎的な研究を行った。今後の研究では多様なルートを選定し、各ルートに対してリスク評価を行い、ルート毎の比較を通じて最善ルートを予測する方向に研究を進めようとする。

参考文献

1) 内閣府　首都直下地震における具体的な応急対策活動に関する計画　平成 28 年 3 月 29 日　2) 庄司、高橋、中村、櫻井、2011 年東北地方太平洋沖地震において地震動が主要因と考えられる道路構造物の被害、第 31 回土木学会地震工学研究発表会講演論文集、2011 年　3) 鳥澤、吉田、佐土、サプライチェーンの BCP のための道路網被害予測と事業継続への影響評価、日本地震工学会論文集、第 14 巻、第 2 号、2014 年