

東日本大震災後の道路網の防災機能評価と 復興道路の整備効果

橋本 祐貴¹・平井 寛²・南 正昭³

¹学生会員 岩手大学大学院修士課程 工学研究科社会環境工学専攻 (〒 020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)

E-mail: t2514013@iwate-u.ac.jp

²正会員 岩手大学大学院准教授 工学研究科社会環境工学専攻 (〒 020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)

E-mail: hirai@iwate-u.ac.jp

³正会員 岩手大学大学院教授 工学研究科社会環境工学専攻 (〒 020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)

E-mail: minami@iwate-u.ac.jp

東日本大震災の際に行われたくしの歯作戦による道路啓開の様子から、その際の道路ネットワークの防災機能の評価を行うことを目的とする。岩手県、宮城県、福島県の3県における市町村間のアクセシビリティを解析した。防災機能を災害危険性、多重性(迂回率)、未整備道路割合に分類しリンクごとの評価を行うことで道路網の課題を探る。また、現在建設中の復興道路の路線図を道路データに取り入れ、整備後のアクセシビリティの変化を見る。

住田町(岩手県)、七ヶ浜町(宮城県)、広野町(福島県)と3県それぞれに迂回率の高いリンクが認められた。岩手県では、道路幅員は概ね確保できていることが結果から読み取れたが、土砂災害危険性の高い地域が多く、住田町-大船渡市間はリンクの36.4%が災害危険性のある地域を通っている結果となった。復興道路整備後のリンクは到達時間の変化が顕著に表れ、1時間弱の短縮が見られるリンクが存在した。

Key Words : *elimination of road obstacles , detour, disaster risk*

1. はじめに

東日本大震災の際に発生した巨大津波は橋梁の流出や家屋の倒壊など、太平洋沿岸部地域へ多大な被害をもたらした。これと同時に地滑りやがけ崩れ等、各地で土砂災害が発生し、20名弱の犠牲者が出た。この影響から東北地方、関東地方の道路網の多くの箇所で行き止まりが発生した。これに応じて岩手県、宮城県、福島県では震災後1週間をかけてくしの歯作戦を展開した。くしの歯作戦とは、内陸から沿岸部の被災市町村へと繋がる区間の瓦礫処理を行い緊急輸送道路を確保することで、食品や衣類等の救援物資の搬送を可能にするものである。岩手県では、支援拠点が支援対象とする市町村を決め支援ブロックが定められており、支援拠点は盛岡市、久慈市、遠野市、一関市、住田町に設置されていた。

震災後の復興事業として、三陸沿岸道路(三陸縦貫自動車道、三陸北自動車道、八戸・久慈自動車道)を通称「復興道路」として、東北横断自動車道釜石秋田線(釜石一花巻)が「復興支援道路」として開通予定となっている。開通後の整備効果として、沿岸部への、もしくは

沿岸部間の到達時間の短縮が見込まれる。

2. 研究目的

本研究では国土交通省で用いられる、道路事業における防災機能の評価方法(暫定案)¹⁾を利用することで、震災当時に東北地方において展開された、くしの歯作戦の道路ネットワークの防災機能を災害危険性、多重性に分類し評価を行うことを目的とする。災害危険性に関して、リンク毎に最も短い時間で移動可能な経路(主経路)上における災害時に通行不能となる可能性を評価する。以下に示す評価項目に基づいた分析を行った。

①地震による被害が想定される以下の箇所がある。

- ・津波被害が想定される箇所
- ・事前通行規制区間のうち土砂災害、雪崩等の恐れ

②物資の円滑な輸送等が困難と想定される幅員5.5m以上の改良未了箇所がある。

リンクの多重性の評価については迂回路の迂回率が1.5未満の道路であることを確認する。この時、迂回率

は時間又は距離のいずれかのうち、小さい値を使用する。

既存の道路網に加え、復興道路線図のデータを地図上に加えることで、整備前と整備後の到達距離、時間の差を明らかにする。

3. 既存研究と本研究の位置づけ

道路網の防災機能の評価を行う研究は、主に地震災害を対象としたものが多いが、実用的なものには至っておらず課題を残している。

若林²⁾の研究では、阪神淡路大震災における交通システムの問題点を議論した上で、道路網の連結信頼性を評価する方法の構築を行っている。都市交通と国土幹線交通の両方が狭い地域に密集していたことが交通量の集中に繋がったことを指摘し、兵庫県復興道路網における連結信頼性を計算し、信頼性を向上する観点から重要な区間を確立重要度で評価する方法を示した。中川ら³⁾の研究では、震災時の交通や人・物の流れについて、量的・時間的に現象を表現し、複数のシナリオ間の比較を行っている。朝倉ら⁴⁾は大規模ネットワークを対象にした平常時の道路網信頼性の指標化と実用的計算法の提案をしている。リンク交通量の確率的変動にもとづいて、リンク通過可能確率および所要時間の確率分布を求め、ネットワーク連結性および時間信頼性の指標化を行った。飯田ら⁵⁾は道路網のノード間信頼度を求める方法として交点法やブール演算法、モンテカルロ法を取り上げ、異なる規模のネットワークを対象に道路網への適用性の比較検討を行った。現実規模のネットワークシステムではブール演算法のメリットがなくなることや、モンテカルロ法では計算時間の膨大化により実用性が乏しくなることから、交点法を道路網の信頼性解析に適用している。

本研究では、東日本大震災後に展開された道路ネットワークにおける防災機能の評価を行う。国土交通省における暫定案ではあるものの、災害危険性と多重性の両者の解析を行っている研究は少ない。また、復興道路の開通に先駆け、そのアクセシビリティの評価を本研究では行うものとする。

4. 研究方法

評価対象は岩手県、宮城県、福島県の3県である。道路網の防災機能の評価を行う上で道路地図データは ArcGIS Data Collection の岩手県データを使用した。例として、県南地域(一関市、住田町周辺)の道路地図データを図.1に示す。赤に着色したリンクは3月18日時点の通行止めの箇所を表している。

評価を災害危険性、多重性の両者の評価を行う際の解析ソフトとして ArcGIS10.1 を用い、震災後に発生した通行止めデータ⁶⁾を地図上に追加した。通行止めデータに関して、地震による津波、土砂災害により遮断された道路リンクを示したものである。災害危険性の評価項目のうち、土砂災害、雪崩等の恐れのある箇所の特定に当たり、国土数値情報(岩手県提供資料より作成)の土砂災害危険箇所のデータを用いた。

多重性の評価に関して、迂回率を求めるリンク i と仮定し以下の式で算定する。時間迂回率を A_t^i 、距離迂回



図.1 県南地域の道路地図

率を A_l^i とする。両者の計算結果より、低い方の値をリンク i の迂回率として定める。

$$\text{時間迂回率} \quad A_t^i = T_2^i / T_1^i$$

$$\text{距離迂回率} \quad A_l^i = L_2^i / L_1^i$$

- ・ T_1^i : 主経路(最短時間経路)の所要時間(分)
- ・ T_2^i : 迂回可能経路(最短時間経路)の所要時間(分)
- ・ L_1^i : 主経路(最短時間経路)の走行距離(km)
- ・ L_2^i : 迂回可能経路(最短距離経路)の走行距離(km)

岩手県では支援拠点が支援対象とする市町村を決め、支援ブロックが定められており、支援拠点は盛岡市、久慈市、遠野市、一関市、住田町に設置されていた。このことから岩手県における解析は、いずれの計算も、支援ブロックにおける支援拠点から沿岸市町村の庁舎まで移動する場合のリンクとして設定している。

復興道路の道路データを用いたアクセシビリティの解析の前提条件として、沿岸部を通る三陸縦貫道路はほとんどの区間が津波浸水区域を回避していること、また、盛土構造となっていることや、高さのある橋梁であることを考慮して、復興道路の被害は想定しないものとする。

5. 結果と考察

解析の結果、いずれのリンクも時間迂回率より距離迂回率の方が小さい値を示したことから、距離迂回率をリンクの迂回率として定めた。また、くしの歯作戦終了日

となる3月18日時点での通行止めデータを用いた。

変化が顕著に見られたのは住田町からの到達距離である。同じく大船渡市、陸前高田市を支援対象とした一関

市支援ブロックは到達距離の変化が小さいことがわかった。沿岸部の被災市町村間の移動距離変化に関して、大船渡市-陸前高田市のリンクの変化が大きい。

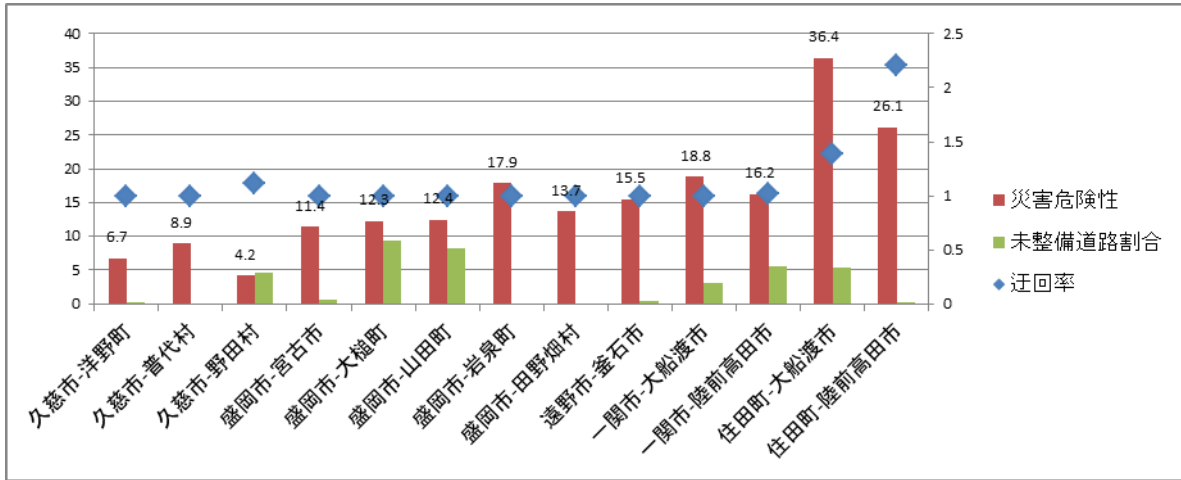


図2 防災機能の評価 岩手県

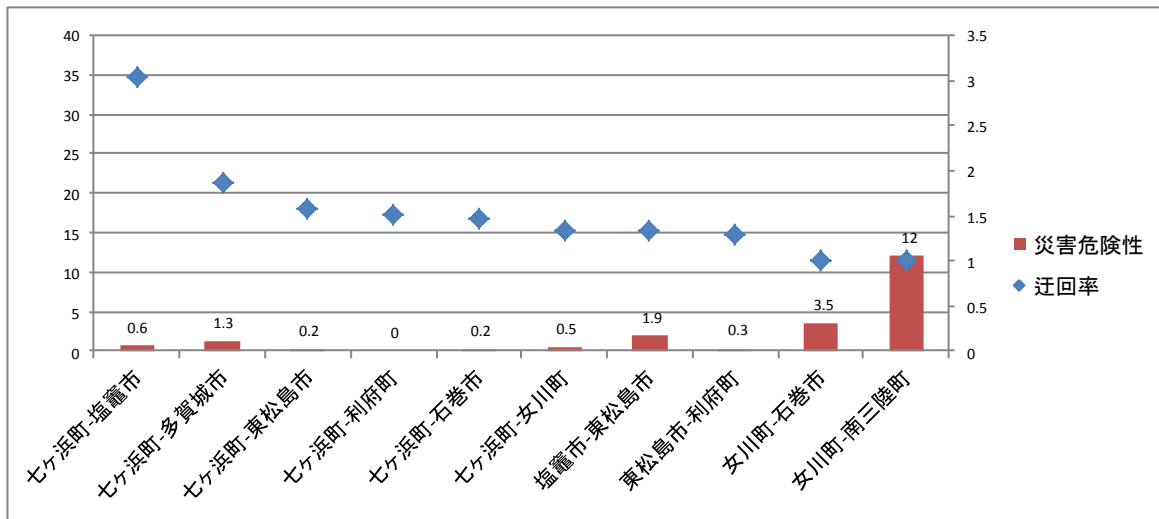


図3 防災機能の評価 宮城県

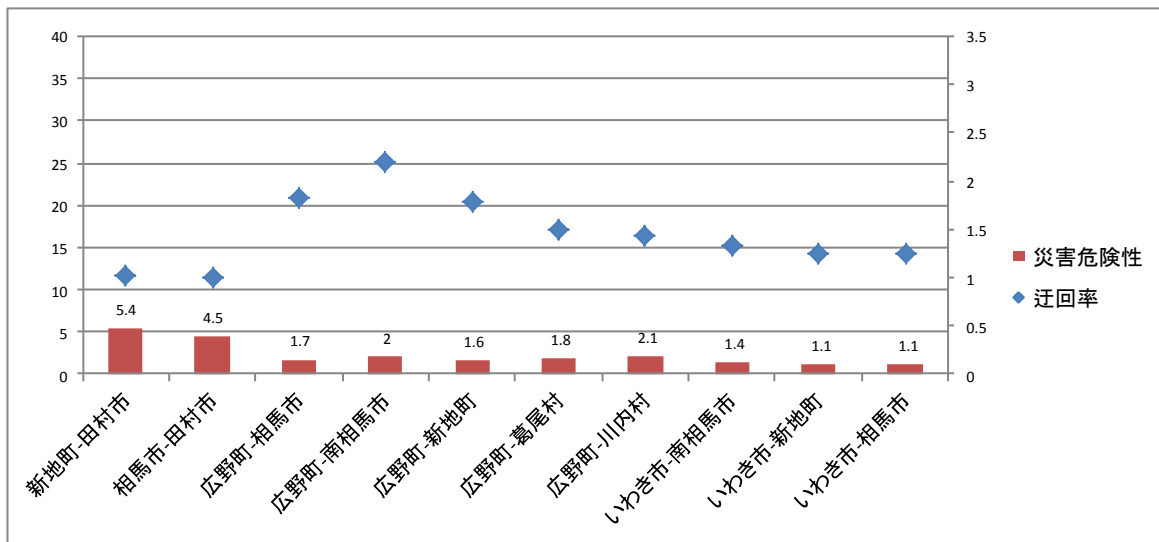


図4 防災機能の評価 福島県

表.1 遠野市支援ブロックにおける到達時間
3/18 時点の到達時間(分)(復興道路あり)

	遠野市	釜石市
遠野市		44.519
釜石市	56.388	

平常時の到達時間(分)

(復興道路なし)

表.2 久慈市支援ブロックにおける到達時間

	久慈市	洋野町	普代村	野田村
久慈市		30.452	27.454	16.72
洋野町	44.138		50.936	40.201
普代村	39.05	77.981		16.296
野田村	20.982	59.269	23.43	

表.3 盛岡市支援ブロックにおける到達時間

	盛岡市	宮古市	大槌町	山田町	岩泉町	田野畑村
盛岡市		72.031	104.214	94.559	109.186	102.643
宮古市	120.876		38.06	28.403	47.718	36.486
大槌町	156.134	55.174		25.476	79.903	68.671
山田町	148.297	33.301	25.724		70.245	59.014
岩泉町	109.186	64.274	119.527	97.575		30.755
田野畑村	135.507	58.018	113.927	91.319	30.755	

表.4 一関市支援ブロックにおける到達時間

	一関市	大船渡市	陸前高田市
一関市		100.71	88.915
大船渡市	113.892		23.77
陸前高田市	85.089	31.368	

表.5 住田町支援ブロックにおける到達時間

	住田町	大船渡市	陸前高田市
住田町		23.048	44.302
大船渡市	34.476		23.77
陸前高田市	21.71	31.368	

図.2-4に岩手県、宮城県、福島県における道路網の防災機能の解析結果を示す。災害危険性とは、リンクが土砂災害危険箇所とのポリゴンと重なる割合を示したものである。未整備道路割合とは、物資の円滑な輸送等が困難と想定される箇所のことであり、リンクの幅員が5.5m未満の道路長の割合を示したものである。災害危険性と未整備道路の割合を主軸にとり、迂回率は第2軸にとっている。岩手県の道路網の評価結果(図.2)を見ると、災害危険性箇所の割合の最も高いリンクは、住田町-大船渡市であり、36.4%となっている。また、迂回率の最も高いリンクは住田町-陸前高田市であり、その迂回率は2.21であることから、支援拠点、道路啓開箇所を見直し、住田町周辺における防災機能の向上が課題として挙げられる。その他のリンクの迂回率は大方1を示しており、早期に主要な支援ルートの開通が完了していたことが見て取れる。道路幅員の確保されていない割合を見ると、最も高い値となる盛岡市-大槌町のリンクで9.4%となっている。このことから、岩手県の道路ネットワークは、5.5m以上の幅員が大方確保されていると判断でき、物資の円滑な輸送が可能であると判断できる。

宮城県と福島県の道路網の防災機能評価(図.3,4)については迂回率と災害危険性のみで行った。宮城県では迂回率は七ヶ浜町周辺が3.03を示し、3県で最も高い数値を示した。災害危険性は高い地域でも女川町周辺の12%と、それほど高くない。福島県においては、震災当時は福島第一原子力発電所の事故の影響から、警戒区域が指定されていた。

本研究では、福島第一原子力発電所(大熊町)から半径20km圏内、第二原子力発電所(楢葉町)から半径10km圏内が警戒区域となっているものと指定し、同地域を通行不可とした。この影響から、多くの区間に迂回路が生じた。広野町地域のリンクが特に迂回率の高い地域となった。災害危険性に関しては、全体的に低く、危険性は少ないと言えるだろう。

復興道路の整備後のアクセシビリティの変化について表.1-5に示した。復興道路が全線開通したものと、同じく3月18日時点の通行止め箇所を考慮した際の到達時間を見る。また、計算の便宜上、本研究では岩手県のみ道路網に着目して解析を行った。尚、岩手県内の復興道路区間は最高速度が70km/hに設定されており、整備後の変化がより顕著に見られるよう、到達距離ではなく、到達時間における変化を示すこととする。盛岡市-大槌町のリンクを始めとして、1時間弱の短縮が見られたリンクが存在した。このことから、平常時だけでなく、震災時の沿岸部への救命人員、救援物資の輸送面から、復興道路の整備効果は大きいと言える。陸前高田市-住田町のリンクなどに見られる、整備後の到達時間が延びている区間については、復興道路の新規建設区間内のリンクでないこと、すでに供用中の区間であるが、道路が盛土構造になっておらず津波被害を受けたこと等の原因が考えられる。

6. おわりに

本研究では岩手県、宮城県、福島県を対象地域に、東日本大震災後の道路ネットワークの防災機能を災害危険性、多重性の観点から評価した。それぞれの県に迂回率の高い区間が確認され、土砂災害危険性の比較的高い地域は岩手県に多く存在していることが判明した。したがって、発災直後の岩手県における活動内容としては、瓦礫処理を重点的に行うシナリオの想定が必要となる。宮城県では、他県と比べ非常に迂回率の高いリンク(七ヶ浜町周辺)が存在していたことから、七ヶ浜町周辺への支援拠点の設置、沿岸部に位置する仙台市の防災機能の強化といった対策が考えられる。福島県について、原子力発電所の事故も一因となり、沿岸部における通行不可のリンクが多く存在していたため、他県と同様に迂回率の高い地域へ支援拠点を増設する等の対策を立てる必要があるだろう。復興道路の整備効果に関して、盛岡市支援ブロックを中心に、1時間弱の到達時間の短縮が見られ、内陸部から沿岸部へ、または沿岸部間のアクセシビリティに大きな改善が図られる結果となった。

また、今後行われるべき研究課題として、本研究で対象とした各々の県の、支援拠点の最適な設置場所の検討が挙げられる。拠点とする市町村の規模、被災市町村との距離、ルート of 災害危険性等を考慮する必要がある。また、東日本大震災と同様の被害を想定し、東北地方に生じた交通量の再現や、復興道路の開通による交通容量への影響評価を行う。その他にも、震災後の道路啓開の過程を踏まえて、地域内の施設間の移動に重点を置いた解析が挙げられる。避難施設や食料施設等、施設の種類ごとに到達への影響を調査することでより具体性を高め、日ごとに道路啓開状況の影響を測る必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路事業における防災機能の評価手法(暫定案)
http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000196.html
- 2) 若林拓史：阪神淡路大震災における道路網連結信頼性と確率重要度による重要区間の評価，土木計画学研究論文集，No. 13, pp391-400, 1996.
- 3) 中川大：シミュレーションを用いた震災時の緊急物資輸送計画に関する研究，土木計画学研究論文集，No. 14, pp353-360, 1997.
- 4) 朝倉康夫・柏谷増男・熊本仲夫：交通量変動に起因する広域道路網の信頼性評価，土木計画学研究論文集，No. 7, pp235-242, 1989.

- 5) 飯田恭敬・若林拓史・福島博：道路網信頼性の近似解析方法の比較研究，土木学会論文集，第407号/IV-11, pp107-116, 1989.
- 6) 国土交通省東北地方整備局 緊急情報/防災情報
<http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/kisya/saigai/sback/zokuhou1110.htm>

?