

IV-81

自然災害時における道路網復旧優先順位設定に関する研究

日本大学大学院 学生員 菅沼 聡史

1. はじめに

平成 10 年 8 月 26 日より東北地方南部に降り出した雨（平成 10 年 8 月末豪雨）は、福島県に集中豪雨をもたらし、県内の道路交通に大きな被害を与えた。このような自然災害は、道路交通に大きな被害をもたらし、それによる交通障害はその地域だけでなく広範囲に及ぶ経済活動に被害を与える^{1),2)}。

したがって、自然災害時に被災した道路網のどの路線を優先的に復旧させればネットワーク全体の連結性、現実性が確保できるかの道路網評価手法の確立は急務である。

現在まで、計量地理学で用いられている「迂回度」指標³⁾を用いて、自然災害時における道路網復旧優先順位をネットワークの代替機能に着目して検討した研究⁴⁾はなされてきた。しかし、災害時の交通流変動を考慮に入れた研究は行われていない。そこで本研究では、分割配分法により各 OD 間交通量をネットワークに配分し、災害後の交通流変動を再現した「迂回度」を用いて、道路網の代替機能と連結性に着目した道路網復旧優先順位設定システムを構築することを目的とする。

2. 交通量配分手法

交通量配分に用いるリンクパフォーマンス関数として本研究では、我が国で古くから知られている米国道路局(US Bureau of Public Road)が開発した BPR 関数⁵⁾に注目し、平成 6 年度の福島県の道路交通センサスデータを用いて、パラメータの設定を行った。

米国道路局が提案した BPR 関数は、次式によって定義されている。

$$T = T_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{q}{c} \right)^\beta \right] \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 T はリンク旅行時間、 T_0 はリンク自由旅行時間、 q はリンク交通量、 c は交通容量である。したがって、 q/c は混雑度を表す。 α 、 β はそれぞれ経験的に定められるパラメータで、米国道路局では $\alpha = 0.15$ 、 $\beta = 4$ の値を用いている。一方、オランダの観測データに基いた修正 BPR 関数では、パラメータの値を $\alpha = 2.62$ 、 $\beta = 5$ としている。いずれにしても、これらの関数のパラメータ設定については不明な点が多く、このままの形で我が国の道路に適用するには問題が多い⁶⁾。

そこで本研究では、 α を 0.1~3.0 まで 0.1 毎に、 β を 2~6 まで 0.5 毎に値をそれぞれ（1）式に代入して交通量配分を行い、最も精度の良い値をパラメータ値として設定した。その結果 $\alpha = 2.0$ 、 $\beta = 6.0$ で、 T_0 を高速道路、直轄国道、補助国道、主要地方道のそれぞれ 6 車線、4 車線、2 車線（1 車線含む）ごとに分けて設定し、15 回の分割配分で RMSE=7064.7（リンク平均交通量 7637.7）を得た。

3. 復旧優先順位設定方法

自然災害時において、通常時に必要とされるトリップ達成時間と比較して、迂回路によるトリップ達成時間が長すぎる場合、トリップの中止が考えられる。したがって、豪雨災害時の道路網復旧計画は、時間の増分がなるべく小さくなるように行われなければならない。

本研究では、次式によって定義される計量地理学の「迂回度」を代替機能評価指標として用いる。

$$C_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (d_{ij} - e_{ij})^2 \dots \dots \dots (2)$$

ここで C_i は地区 i における迂回度を示し、 e_{ij} は地区 i, j 間の望ましいネットワークでの距離であり、また d_{ij} は地区 i, j 間での実際の距離である。 n は地区数を示す。この迂回度は、各地区間における望ましいネッ

トワーク上での距離と実際の距離との隔たりの大きさを示す。ここで(2)式を望ましいネットワークでの距離で基準化し、迂回距離の増加割合を表す指標としたものを(3)式に示す。これを基準化迂回度と呼ぶ。

また災害後における被災区間の復旧システムの定式化に当たっては、災害時の道路網において被災区間を1つずつ復旧させたものを実際のネットワークとし、これと平常時の道路網との隔たりを示す迂回度を(4)式によって定義する。

$$C_i^* = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{d_{ij} - e_{ij}}{e_{ij}} \right)^2 \dots\dots\dots (3) \quad C_i^{*(m)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{d_{ij}^{(m)} - e_{ij}}{e_{ij}} \right)^2 \dots\dots\dots (4)$$

$d_{ij}^{(m)}$ は被災区間 m を復旧させたときの地区 i, j 間の最短距離とし、(4)式によって算出された迂回度を復旧基準化迂回度と呼ぶ。

本研究では、各OD交通量をネットワークに配分し「迂回度」指標を用いることにより、災害後の交通流変動を考慮した道路網復旧優先順位を設定した。

4. 道路網復旧優先順位設定

本研究では対象道路網を福島県的高速道路、国道、主要地方道とし、ノード数 536、リンク数 631、集約市区町村 38 地区で構成される。災害時の被災リンク数は 87 であった。

基準化迂回度の結果を図-1に示す。これによると、船引、岩代、勿来の順に大きな値を示している。

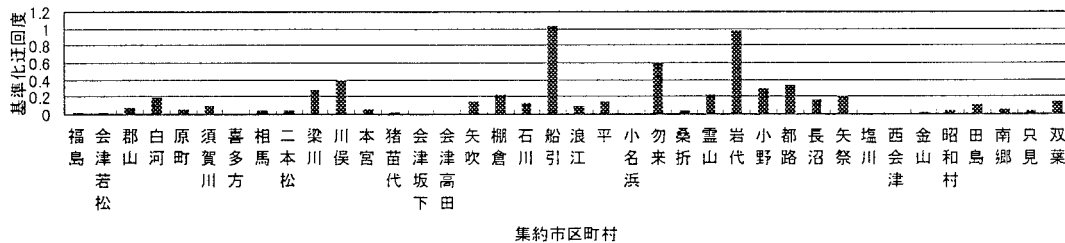


図-1 基準化迂回度

次に、基準化迂回度の最も大きい船引の復旧基準化迂回度を図-2に示す。これによると、船引においては被災リンク 5, 20, 49, 81, 23 を復旧させれば、基準化迂回度が大幅に低下することが分かる。

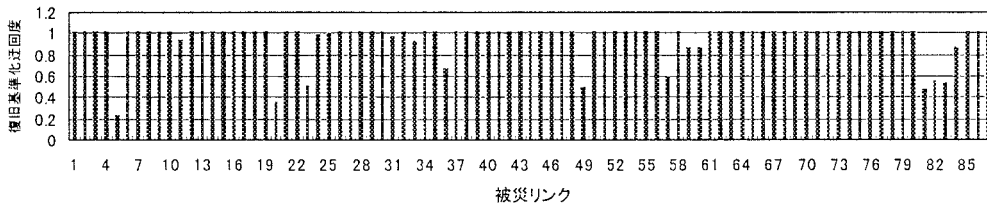


図-2 復旧基準化迂回度(船引)

5. まとめ

本研究では、自然災害時における道路網復旧優先順位の設定を、交通流変動を考慮した「迂回度」を用いて行った。本研究で得られた成果は次の通りである。

交通量配分計算を行い「迂回度」を用いることによって、特定リンクに交通が集中してしまうことのない復旧優先順位を表現した。今後の課題としては、交通量配分計算の際にRMSEを少なくするリンクパフォーマンス関数を検討すること。さらに、代替経路を複数設定することも検討する余地がある。

参考文献 1) 福島県：平成10年8月末豪雨による災害の記録 2) 菅沼聡史：平成10年8月末豪雨による福島県内の道路通行規制の実態について、第42回学術研究報告会講演要旨集、日本大学工学部 3) 奥野隆史：計量地理学の基礎、大明堂、1977 4) 堀井雅史：代替機能を考慮した自然災害時における道路網復旧優先順位設定方法に関する基礎的研究、土木計画学研究論文集、No.15、1998 5) Bureau of Public Roads:Traffic Assignment Manual,Urban Planning Division,US Department of Commerce,Washington DC,1964 6) 松田、山田：道路交通センサスデータに基づくBPR関数の設定、交通工学Vol.33,Nov.1998