

大震後の道路交通機能損失に伴う生活レベル低下の定量的評価法

金沢大学 工学部 正会員 ○高山純一，同 木俣 昇
福井県 土木部 正会員 野村吉範

1. はじめに

非常時（たとえば、大震時）における道路交通システムの評価は、（1）各OD間に走行可能なルートが存在するかどうか、と（2）各OD間に走行可能なルートが存在したとき、各OD間でどれほどの交通量が発生、集中できるのか、あるいは道路網全体でどれほどの交通量が処理可能であるのかという両面、すなわち道路交通システムの連結性能と機能性能の両面からの検討が必要である。

前者の連結性能による評価は、主に地震直後の緊急活動期における道路交通システムの評価に用いられ、後者の機能性能評価は、ある程度、道路網の連結性が確保された時期（道路啓開期、および応急物資輸送期）、あるいは交通需要が増加して平常時に近い道路サービスレベルが要求される復旧復興物資輸送期の道路網評価に用いられるようである。

このようなことより、従来から道路交通システムの機能性能を扱った研究^{1) 2)} がいくつか行われている。このなかで、梶谷の研究¹⁾は道路啓開期（あるいは、応急物資輸送期）、および復旧復興物資輸送期の機能性能評価を試みており、それぞれ発生可能交通量および道路網最大容量を用いた評価方法の提案と簡単なモデル計算による有効性の検討を行っている。

しかし、上記研究では、①地震時における道路施設の被害状況を確率現象として捉え、モンテカルロ法による多数回のシミュレーションを用いているため、計算回数が増大となる。また、②対象道路網が大きくなるとカット数が指数関数的に増大するため現実の道路網を対象としては計算が困難である。さらに、③震災後の交通需要の変化を考慮していないなど今後に残された課題もいくつか挙げられる。

そこで、本研究では対象道路網が大きくなっても対応可能な交通量配分シミュレーションによる方法を用いる。また、大震後の道路施設の被害程度の予測は、基本的には外生的に与えるものとする。ただし、ここではまったく外生的に与えられるのでは

なく、人間の直観を活用するソフト・システムズ・アプローチによる評価システム³⁾を利用して外生的に与える。そして、従来ほとんど研究が行われていない震災後の交通需要の変化の予測には、災害復旧過程に応じて変化すると考えられるトリップ目的別の交通需要量変化率を設定し、それを利用する方法を提案する。

2. 配分シミュレーションによる道路網容量評価

配分シミュレーションによる方法には、飯田⁴⁾や西村⁵⁾の方法がある。これら2つの方法はいずれも各OD構成比が一定のもとで、総トリップ数を漸次増加させながら各OD交通をある配分原則により配分し、配分交通量がリンク交通容量に達すれば順次そのリンクを除去していき、除去されたリンクの集合がカットを形成するときの総トリップ数を道路網容量と定義するものである。しかし、1つのノードが非連結となっても他のリンクにはまだ十分余裕がある場合が考えられるため、これらの方法では道路網容量を過小評価する恐れがある。また、発生可能交通量を計算する梶谷の方法¹⁾では、迂回距離の非常に大きい非現実的なフローパターンをも考慮しているため、道路網容量を過大評価する恐れがある。しかも、これらの方法ではリンク除去（切断）の基準の設定が道路網容量に大きく影響するため、その判断基準の明確化が必要となる。

そこで、ここでは旅行時間（走行所要時間）に対する満足度から道路網容量⁶⁾を評価し、災害復旧過程に応じて変化する各ODパターンについて道路網容量の評価を試みる。具体的には、各ODペアのゾーン間所要時間が初期所要時間（交通量無配分状態における所要時間）に対して一定の割合（係数 α ）に達した時点で、そのODペアについての発生交通量を抑制し、すべてのODペアが発生の抑制を受けるまでに配分される総トリップ数を道路網容量と定義する。これは、トリップ目的やトリップ長によって各トリップメーカーの許容遅れ時間（安全余裕時間）が異なることに着目したものであり、従来のリ

リンク交通容量をもとに計算する考え方が道路網の物理的容量を求める方法であると考えられるのに対して、この方法は道路利用者の道路網のサービスレベルからみた心理的容量を決定する方法といえる。

なお、今回は道路交通機能損失に伴う生活レベル低下の定量的評価法として、平常時における各ゾーンの最大容量（発生可能交通量）と大震後における各ゾーンの最大容量の差、あるいは平常時における各ゾーンの現況発生トリップ数と大震後における各ゾーンの最大容量の差を道路交通機能からみた生活レベル低下の指標と定義する。

3. 道路施設の被害状況の予測

道路交通システムのシステムの機能低下の程度は地震直後と各復旧段階では、一般に異なっている。地震直後では、道路本体の破損（亀裂・段差）、橋梁・トンネルの破壊、あるいは交通信号機の損壊など、道路施設の物理的損傷の他に、道路上の交通車両や落下物、あるいは沿道危険物の数など、自動車の走行性を低下させる一時的な走行阻害要因（交通容量の減少要因）が加わるが、地震後ある程度日数が経過して、道路施設の応急復旧がほぼ完了し、道路網の連結性も大部分確保された時期、あるいは平常時に近い道路サービスレベルが要求される時期においては、応急復旧では対処しきれないような特に大きな破損や応急復旧後の完全復旧工事のための車線縮小（あるいは通行止め）などが問題となる。

本来、道路施設の被害程度の予測は、地震の規模、震源の位置、地盤条件、構造物の強度などを考慮して確率的に行われる。そして、現状では道路舗装、橋梁、トンネル、斜面、盛土など個々の構造物の被害予測を行うことはある程度可能であるが、全体としてそれらが区間交通容量の減少にどのように影響するかを推定する方法は、まだ確立されていない。

そこで、ここでは人間の直観を活用するソフト・システムズ・アプローチによる評価システムを適用し、道路の交通容量低下の程度を評価する。具体的には、VISMSを適用し、数度のフィードバックを繰り返すことにより、被害程度を規定する要因の階層構造図を作成し、客観的に観測できる7つの要因（地盤強度、道路舗装強度、橋梁強度、盛土・斜面の有無、信号機数、路線延長、道路幅員）を採用した。そして、ここでは20本の代表的なサンプル

道路を抽出し、VISMSを用いて一対比較することにより、被害程度順位図の作成と3グループ（被害大、被害中、被害小）への三群判別関数の決定を行った。

ここで、被害大に含まれるグループは応急復旧では復旧不可能なかなり大きな被害を受ける道路群であり、被害中に含まれるグループは応急復旧である程度復旧可能であるが、その後完全復旧工事が必要な道路群である。また被害小に含まれるグループは応急復旧を行うことにより完全に復旧可能な道路群であり、まったく被害を受けない道路群をも含んでいる。なお、サンプル道路以外の道路の被害程度の予測は、各道路の被害程度の規定要因のランク値と判別係数により算定可能である。

4. 震災後の交通需要の変化の予測

地震直後における交通需要は、主に避難のための交通や救急消防・救急救助など緊急活動のための交通需要と考えられる。そして、この時期における道路施設の持つべき特性は、主に連結性や速達性であろう。一方、その後道路施設が応急復旧し、ある程度連結性が確保された時期においては、復旧復興のための交通需要と日常生活上は多少不便であるので必要最小限の交通需要があるものと考えられる。

そこで、ここではトリップ目的別に交通需要必要度を仮定し、交通需要変化率を設定する。震災後の交通需要量に関する調査例がほとんどないので、ここでは地震以外の非常時（たとえば、豪雨、豪雪、積雪時など）における交通需要の変化率を活用することを考えている。なお、詳細は講演時にゆずる。

最後に、本研究は文部省科学研究費重点領域研究(2)、および一般研究(c)の研究成果の一部である。ここに、記して感謝したい。

5. 参考文献

- 1) 梶谷有三(1984)；震災時における道路網の機能性能の評価法，交通工学，Vol. 19, No. 5.
- 2) 川上英二(1982)；道路交通システムの機能上の耐震性の一評価法，土木学会論文報告集，第 327号.
- 3) 木俣 昇(1989)；地震時緊急路網の整備計画に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集，No. 7.
- 4) 飯田恭敬(1972)；道路網の最大容量の評価法，土木学会論文報告集，第 205号.
- 5) 西村 昂(1975)；ルート配分法による最大ODフロー問題へのアプローチ，土木学会論文報告集，第 242号.
- 6) 高山純一・小田満広(1987)；旅行時間に対する満足度から見た道路網容量評価法，第17回日本道路会議論文集