

震災時における都市道路網のリンク容量低下の経済的評価に関する研究

神戸大学工学部 フェロ-会員 高田 至郎
 (株)奥村組土木技術部 正会員 中山 学

1. まえがき

兵庫県南部地震発生時には、都市内における道路橋で大きな被害が起こったため、通行不能となった箇所が発生し、人的・物的被害（直接損害）に加えて周辺地域を含めた経済活動等への影響（間接損害）が大きくなった。これまでの防災対策（復旧計画も含む）では、直接損害の軽減を考えてきたが、被害発生に伴う波及効果による間接損害の軽減も視野に入れ、都市内の防災に対する投資効果を検討しなければならない。しかし、間接損害について検討するには、まだ基礎情報が不足している状況にある。

震災後、被災箇所を復旧することによってリンク交通量が徐々に回復してゆくが、リンク容量の低下によって交通網全体の機能低下のために経済損失が生じる。本稿では、復旧段階を追って、検討対象の道路網全体での経済損失について検討を試みた。

2. 検討方法

1) 発生・集中可能交通量の算定

災害後ある程度復旧した段階で、平常時の道路サービスも要求されるような時の発生・集中可能交通量の算定について考える。この時、各OD交通の発生・集中可能交通量は次の2つの交通量によって算定される。

相対的比率としてのOD構成比を踏まえた交通量 $P_{ij} \cdot F$ である。ただし、 F が目的関数である。

OD構成比に対応する交通量が配分された上で、各リンクの残余容量を利用してできるだけ多くのOD交通を発生・集中させようとした時の交通量 Y_{ijr} である。

そこで、各OD交通の構成比を踏まえた交通量および緊急車両を考慮したLP問題は右のように定式化¹⁾²⁾できる。

(1)はOD構成比に対する需要交通量 F を配分するために、満足しなければならないOD交通量に関する連続式である。(2)~(3)を制約条件として式(1)の F を最大化する問題に帰着する。

$$Y_{ijr} = P_{ij} \cdot F \quad \text{OD条件式} \dots\dots\dots (1)$$

$$Y_{ijr} \leq C_a \quad \text{リンク容量制限式} \dots\dots\dots (2)$$

$$Y_{ijr} \geq 0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Y_{ijr} : OD交通量 ij の r 番目の経路の経路交通量
 P_{ij} : OD交通 ij の構成比 ($\sum_j P_{ij} = 1$)
 F : OD交通量に対する需要交通量
 a_{ijr} : OD交通量 ij の r 番目の経路交通量がリンク a を通過する場合は 1、通過しない場合は 0 を取る定数
 C_a : リンク a の交通容量

2) 復旧過程

震災発生後のOD交通量を予測することは難しく、より合理的な「都市防災」を構築して行くためには、

震災直後は発生OD緊急対応ならびに応急復旧対応の緊急車両用の交通容量を確保しつつ、早期に震災前の交通容量に戻すことができること

復旧時における工事による交通阻害をできるだけ軽減すること

などに対する対策が重要である。そこで、図-1のような段階的な復旧過程ごとの道路交通網におけるリンク容量を算定した。

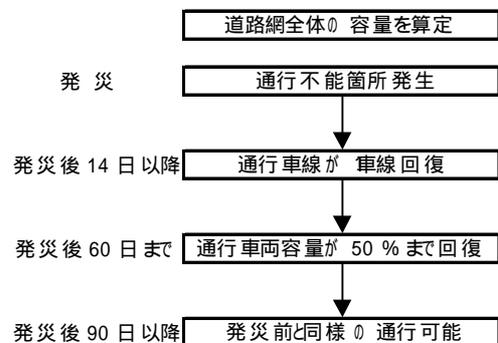


図-1 復旧段階ごとのリンク容量算定の流れ

Keywords : 道路網、震災、間接損害

連絡先 : 〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町2-2-2 TEL:06-6791-1320, FAX:06-6791-2258

3. 基本モデルにおける検討

1) 図 2 のような都市内交通網モデルを対象に、発災後、リンク 2 の通行が不能となるとした仮定条件で、震災時における発生・集中可能交通量の算定を行った。検討対象モデルでは、リンク容量 200台/時の 2 本の幹線道路(太線)が交差していることとし、表 - 2 のような OD 構成比とした。また、その他の道路のリンク容量は 50台/時とした。

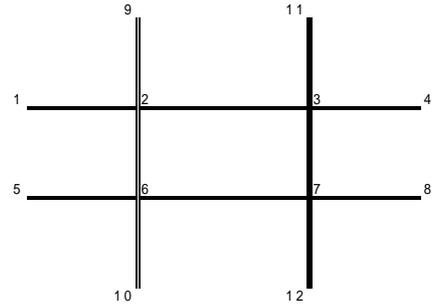


図 - 2 検討モデル図

一方、渋滞時の配分手法は Q (交通量) - V (速度) 式を用いた分割配分手法³⁾を適用するものとした。すなわち、リンク交通量 (Q_T) とリンク容量 (Q_C) の比が $1/2$ 以上になる場合には渋滞流となり、自由速度の $1/2$ とした。 $1/2$ 以下の場合には、自由流(規制速度)とし、さらに $1/3$ 以下の場合には、規制速度より 20km/hr とした。なお、緊急車両を優先した場合(幹線道路で発災後 60日間までリンク容量の 3 割)としない場合の比較も行った。

表 - 1 OD 構成比

ODノード	OD配分
1- 4	40%
1- 8	10%
5- 4	5%
9- 10	5%
11- 10	5%
11- 12	35%

2) 結果

計算結果を図 - 3 に示す。本図より、以下の項目がうかがわれる。

発災後、2週間までに 1 車線が通行可能になるように復旧するとすれば想定した交通網における発災前交通量の約 35% 程度に回復すると思われる。また、緊急車両を優先した場合には、約 25% 程度に回復する結果となった。発災後、60日(リンク容量が 25% 回復)までには約 60%、90日(リンク容量が 50% 回復)までには 73% 程度に回復する結果となった。

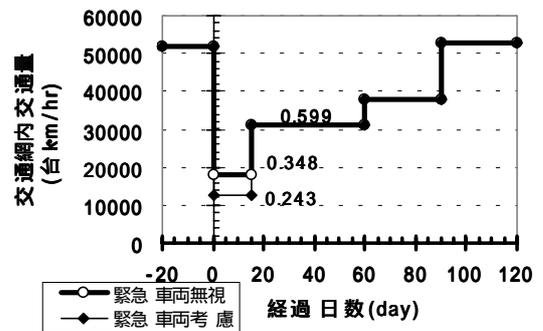


図 - 3 発災直後からの交通量低減回復経過

兵庫県南部地震の緊急復旧過程を参考に図 - 1 のようなリンク容量の回復を想定したが、発災後少なくとも 1 車線をいかに早急に確保するか、さらにリンク容量の 50% 程度までの回復を早める方策を講じることが重要であることがわかった。

表 - 2 車種別損失額 (単位: 万円)

対象モデルが市街地の一般道路であり、規制速度を 40km/hr とし車種別走行費用原単位⁴⁾ および時間価原単位⁴⁾ を用いて通行車両通行障害期間における利用者便益を算定すると、表 - 2 のようになる。これは、発災しなかった場合には、リンク交通量がリンク容量と同じとし、発災後にどの程度の経済損失が発生するかを示している。各リンク交通量における車種別区分は設定しなかったが、実際の検討地域を対象とする場合には具体化できるものと考えられる。

車種	走行費用		時間価値		総額	
	優先無	優先有	優先無	優先有	優先無	優先有
乗用車	144,175	146,191	62,055	62,811	206,230	209,002
バス	2,031,939	2,057,346	2,032,821	2,056,591	4,064,759	4,113,937
乗用車類	174,110	176,333	80,079	81,030	254,189	257,362
小型貨物車	443,609	449,783	168,939	170,924	612,548	620,707
普通貨物車	709,042	718,361	230,163	254,494	939,205	972,855

被災した都市高架橋を再構築するには短期間で完了する必要があるため、RC橋脚から鋼製橋脚への変更が有利であると思われる。本検討モデルでは、表 - 2 の損害予測額と撤去再構築による鋼製橋脚への変更予測基数を考慮した損害額の総和に対して、各耐震補強工法にその対象脚数を乗じて得られる耐震補強費を比較することで、道路施設への補強投資額に関する合理性が判断できると思われる。

4. 今後の課題

今後、OD 調査結果がない都市内道路網について、発災後の復旧段階を考慮した経済的影響を合理的に算出し、この損失額と復旧費を合わせた総額と、被災度合いを抑えるための道路施設補強への投資額とを比較することによって、より合理的な補強投資額の運用に関する研究の必要性がある。

(参考文献) 1) 樹谷有三、斎藤和夫ら: 緊急車両を考慮した震災時における発生・集中可能交通量について、土木計画研究委員会、阪神・淡路大震災調査研究論文集, pp. 209-215, 1997年 2) 斎藤和夫: 被災道路網の回復管理支援システムの構築、平成 8 年度 ~ 平成 9 年度科学研究費補助金研究成果報告書, pp. 93 ~ 101 平成 10 年 3 月 3) 4) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編、道路投資の評価に関する指針(案) pp. 31 ~ 32, pp51 ~ 54 平成 10 年 6 月