

## 道路交通遮断による影響評価に関する基礎的考察

株式会社 建設技術研究所 正会員 嶋本 宏征、正会員 野村 貢

### 1. 研究の目的

自然条件が厳しい我が国では、地震や大雨など自然ハザードにより、斜面崩壊が発生し、道路遮断が頻発している。崩壊危険性が認識されている斜面が多く存在するなか、対策投資の優先順位を客観的に評価することが求められている。

本研究は、このような斜面崩壊をはじめとした、幹線道路における交通遮断による影響に着目し、経済活動への影響を考慮した道路交通遮断の社会的損失を評価する手法を提案する。ケーススタディを実施し、手法の妥当性と社会的損失評価の意義について検証する。

### 2. 交通遮断の影響予測

#### 2.1 損失期待値の定式化

地震や大雨などの自然ハザード  $i$  に起因して、斜面崩壊が発生し、それによる損失期待値を式(1)のように定義する。

$$R = P_i \times Q_{i-j} \times C_j \dots (1)$$

R : 損失期待値  
 $P_i$  : 被害を及ぼすようなハザード  $i$  の長期的な発生確率  
 $Q_{i-j}$  : ハザード  $i$  による崩壊  $j$  の発生確率  
 $C_j$  : 個別崩壊  $j$  ごとの損失

また、被災から復旧まで多くの日数を要し、交通損失以外にも社会的損失の大きな重要交通路での個別被害ごとの損失  $C_j$  を式(2)に定義する。

$$C_j = n \cdot D_1 + \alpha \cdot n \cdot D_2 + D_3 + D_4 \dots (2)$$

$D_1$  : 日当たり道路利用者損失 (走行時間・走行経費増加額)  
 $D_2$  : 日当たり社会的損失 (産業別道路利用者波及損失額)  
 $D_3$  : 埋没するなどした直接的な人的、物的損失  
 $D_4$  : 災害復旧費用  
 $n$  : 交通遮断日数                      : 被害の大きさによる係数

#### 2.2 算定方法

道路利用者損失  $D_1$  と社会的損失  $D_2$  について算定手法を示す。

##### (1)道路利用者損失

道路利用者損失額は、費用便益分析マニュアル  $1)$  の原単位を用い、平常時と災害時の総走行時間費用増加額(BT)と走行経費増加額(BR)の和で定義する。

$$D_1 = B T + B R$$

$B T = B T_0 - B T_w$   
 $B R = B R_0 - B R_w$  (  $0$  : 平常時、 $w$  : 遮断時 )

ここで、交通遮断時においては、娯楽的要素の行動は控えると考え、センサ自動車 OD 調査  $2)$  の車種別運行目的別トリップ割合(表-1)を用い「社交・娯楽、観光・レジャー」目的のトリップを、平常時から除して算定する。

表-1 目的別 OD 割合(例)

目的	内訳	目的	内訳
出勤	18.3%	業務	6.3%
登校	0.4%	帰社	5.7%
家事・買物	11.1%	帰宅	31.4%
社交・娯楽	7.6%	不明	0.3%
観光・レジャー	8.1%	営業用	6.0%
送迎	4.8%		

##### (2)社会的損失

幹線道路の交通遮断による影響は、経済活動に障害をもたらすと考え、産業別の波及損失額を「社会的損失」と定義する。

以下に、地域間産業連関表を用いた社会的損失の算定手順を示す。

「(1)道路利用者損失」のうち、経済活動に直接的に影響するトリップとして、車種別運行目的別トリップの「送迎、業務、帰社、営業用」(表-1)を対象に考える。

地域別・産業別利用者損失額をセンサ自動車 OD 調査より、車種別(貨物車類)業態別発生集中量の割合(表-2)を用い算定する。

表-2 業態別発生集中割合(例)

業種区分	内訳	業種区分	内訳
農林漁業	14.0%	金属	2.1%
鉱業	0.2%	機械	6.3%
建設建築	9.9%	他製造業	5.4%
公共事業	4.8%	商業運輸	49.5%
他土木事業	2.8%	公務	3.0%
食料品外 $\square$	2.0%		

地域間産業連関表  $3)$  の逆行列係数と地域・産業別の直接損失額( ) を乗じ、波及影響を社会的損失と定義する。

$$D_2 = B \times D_1' \dots (3)$$

$B$  : 地域間産業連関表逆行列係数  
 $D_1'$  : 地域・産業別の直接損失額

以上を用いてケーススタディを実施する。

キーワード 交通遮断、社会的損失、交通ネットワーク、斜面崩壊、リスクマネジメント

連絡先 〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1 (株)建設技術研究所 東京本社 道路・交通部 TEL 03-3668-4371

### 3. ケーススタディ

#### 3.1 条件設定

写真のような特定の斜面を対象に、地震発生時の斜面崩壊を想定したケーススタディを実施する。

斜面崩壊ブロックは3箇所あり、それぞれのブロックの崩壊が独立であると仮定し、既存資料や現地観察等により、楽観的な場合から悲観的なシナリオを10ケース設定する(表-3)。



写真 ケーススタディ対象箇所(イメージ)

表-3 災害シナリオ設定

想定される崩壊	備考
交通を阻害するすべりは発生しない	楽観的 ↑ ↓ 悲観的
全域で表層崩壊が生じる	
Aブロックのみ下部すべり深度まで崩壊	
Bブロックのみ下部すべり深度まで崩壊	
Cブロックのみ下部すべり深度まで崩壊	
A及びBブロックが下部すべり深度まで崩壊	
B及びCブロックが下部すべり深度まで崩壊	
A及びCブロックが下部すべり深度まで崩壊	
A、B及びCブロックが下部すべり深度まで崩壊	
A、B及びCブロックがゆるみ域深度まで崩壊	

10年後以降の当該地域の地震発生確率を99%と仮定し、地震による斜面崩壊の事象発生確率を、震源の位置により対象地の水平方向加速度が変化するシナリオ地震モデル<sup>4),5),6)</sup>を用いて設定する。

遮断日数  $n$  は、機械土工により排出し斜面を保護してから道路を復旧する工程を積上げ、崩壊シナリオごとに排土、斜面保護工、道路復旧工の必要日数を算出する。災害復旧費用  $D_4$  は日あたりの最大施工能力より算出し、人的・物的損失  $D_3$  は外生的に与える。

#### 3.2 算定結果と考察

シナリオごとの損失期待値の算出結果とその内訳を示す(表-4)。表層崩壊(シナリオ )の発生確率は非常に高いが、遮断日数および遮断路線が限定されるため損失期待値は小さい。同様にA~Cブロックの深いすべりは、規模は非常に大きく甚大であるが、発生確率は非常に小さく損失期待値は小さくなっている。

提案した社会的損失  $D_2$  は日当たり約20億円となり、損失期待値全体の3割程度を占め、災害復旧費用よりも高い値となった。このことから、社会的損失を考慮することの一定の意義を確認した。

### 4. まとめ

本研究では、幹線道路における自然災害による斜面崩壊を例に遮断損失影響を評価した。個別の斜面崩壊による交通遮断損失期待値を比較することにより、投資優先度の検討や対策費用と比較が可能となり、客観的な判断材料として活用が期待できる。また、本研究で示した(1)(2)式は交通事故や沿道火災など人為的要因による遮断リスクについても基本式としての活用可能性が期待できる。

今後の主な課題として、人的・物的損失の評価方法や、観光・レジャーなど災害発生時に取りやめると仮定した産業への損失を評価する方法を検討することが考えられる。

#### <参考文献>

- 費用便益分析マニュアル、国土交通省道路局都市・地域整備局、平成15年8月
- 平成11年道路交通センサス自動車OD調査
- 地域間産業連関表、財団法人 通商産業調査会 経済統計情報センター、平成7年
- 確率論的地震動予測地図、独立行政法人防災科学技術研究所、(<http://www.bosai.go.jp/>)
- 被害想定支援マニュアル、内閣府 (<http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>)
- 動的解析と耐震設計 第1巻地震動・動的特性、土木学会編

表-4 損失期待値算定結果

災害シナリオ	地震発生確率 $P_i$	斜面崩壊発生確率 $Q_{i-j}$	推定遮断日数 $n$	日当たり交通損失 $D_1$	日当たり社会損失 $D_2$	人的・物的損失 $D_3$	災害復旧費用 $D_4$	損失期待値(億円)
シナリオ 有害災害なし	0.99	0.038	0	0.0	0.0	0	0	0
シナリオ 全域表層崩壊	0.99	0.962	19	2.7	19.7	5	10	419
シナリオ Aブロック崩壊	0.99	0.063	69	51.8	19.7	50	35	313
シナリオ Bブロック崩壊	0.99	0.182	56	51.8	19.7	50	28	735
シナリオ Cブロック崩壊	0.99	0.028	61	51.8	19.7	50	31	123
シナリオ A+Bブロック崩壊	0.99	0.300	125	51.8	19.7	100	63	2,702
シナリオ B+Cブロック崩壊	0.99	0.045	117	51.8	19.7	100	59	380
シナリオ A+Cブロック崩壊	0.99	0.130	130	51.8	19.7	100	65	1,217
シナリオ A~Cブロック崩壊	0.99	0.214	194	51.8	19.7	150	97	2,991
シナリオ A~Cブロック深いすべり	0.99	0.001	393	51.8	19.7	150	197	28