

社会基盤の総合的リスクマネジメント(その4): 飛騨圏域を対象とした落石のリスク評価

岐阜大学 正会員 森口 周二, 本城 勇介, 高木 朗義, 八嶋 厚

1. はじめに

岐阜大学では、岐阜県の社会基盤施設を対象として「リスクに基づくアセット総合マネジメントによる社会基盤の戦略的意思決定に関する研究(以下、「岐阜大学アセット総合マネジメント」と呼称)」を実施している¹⁾。これまでに、飛騨圏域の落石に特定して、一連のリスクマネジメントを実演するプロトタイプ構築しており、本論文では、斜面危険度評価結果²⁾と落石発生に伴う経済損失評価結果³⁾に基づいたリスク評価について報告する。

2. リスクと費用便益比(B/C)の定義

各斜面のリスクは、「各道路斜面における落石生起確率と、そのために生じる各種損失の積」と定義し、以下の式で表現する。

$$R^s = P^s (D_1^s + D_2^s + D_3^s + D_4^s) + D_5^s \quad (1)$$

ここで、 R^s は各斜面のリスク、 P^s は各斜面の落石の生起確率、 $D_1^s \sim D_5^s$ はそれぞれ、各斜面の人的損失、物的損失(復旧費用)、迂回損失、救急医療損失、孤立集落損失を意味する。 P^s は対象期間を1年とした場合の落石の生起確率であるため、リスク R^s も1年分のリスクとなっている。孤立集落損失に落石の生起確率を乗じない理由は、孤立集落損失が住民の不安感を含めたものとして算出されており、孤立する確率がゼロにならない限り、住民の潜在的リスク意識は解消されないことを仮定したためである。各斜面の費用便益比 $(B/C)^s$ を以下のように算出した。

$$(B/C)^s = \Delta R^s / C^s \quad (2)$$

ここで、 ΔR^s は各斜面の対策によるリスクの減少分、 C^s は各斜面の対策費用である。対策を講じた際には、簡略化のために落石生起確率がゼロになると仮定し、対策による便益 B^s はリスクの解消に等しいとする。式(1)のリスクは対象期間を1年としたものであるため、式(2)の $(B/C)^s$ も1年を対象としたものになるが、後述する評価結果の中では、社会的割引率を4%と仮定して生涯便益に換算している。対策費 C^s の評価については、1996年の全国道路防災総点検実施時に作成された箇所別記録表に記載されている提案対策工の対策費を採用した。これは各斜面の点検を実施した技術者が記入するため、ある程度信頼度の高い情報であると考えられる。提案対策工の記入漏れが存在したため、そのような箇所については、実際に防災点検を行った技術者の協力を得てデータを整備した。

3. リスク評価

以下では、式(1)と式(2)で示される各斜面のリスクと費用便益比に基づいて評価結果を考察する。ただし、式(1)に含まれる孤立集落損失については、1路線に危険斜面が複数存在する場合は、1斜面を対策しても孤立に対する不安感は解消されない。よって、孤立集落損失の影響については後述するものとして、まず、式(1)から孤立集落損失 D_5^s を除いて算出した評価結果について示す。

図1と図2は対象圏域内の「要対策」と「カルテ対応」の未対策斜面(合計1706箇所)のリスクとB/Cの頻度分布図を示したものである。B/Cが1を超える斜面は288箇所であり、効率性の観点から対策を講じるべき斜面が未だ多く残されているということがわかる。図3はリスクが上位100位の斜面(図1のリスクが約27(万円/年)以上の箇所)についてリスクとB/Cの値を示したものである。図3より、必ずしもリスクが高い箇所がB/Cが高くなるというわけではないことが確認できる。また、リスクが突出して高い斜面が3箇所あり、このような斜面は対策優先度が高いと判断できる。その他の斜面についてはリスクにそれほど大きな差はないが、B/Cが突出している箇所が数箇所存在しており、このような斜面は対策の効果が高いと判断できるため、やはり対策を優先的に講じるべきである。表1は、リスクが上位100位の斜面が存在する路線区間と、2004~2008年度の間当該路線区間で発生した落石の回数を示している。図4は表1の路線区間を地図上で強調して表示したものであり、落石発生箇所も図中に示している。表1と図4より、リスクが高い斜面が存在する路線区間では、過去に落石が多く発生している傾向があり、本研究の結果は、現実の落石のリスクを適切に表現できていることがわかる。

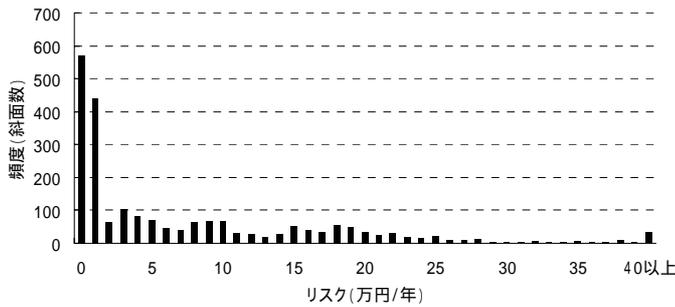


図1 リスクの頻度分布図

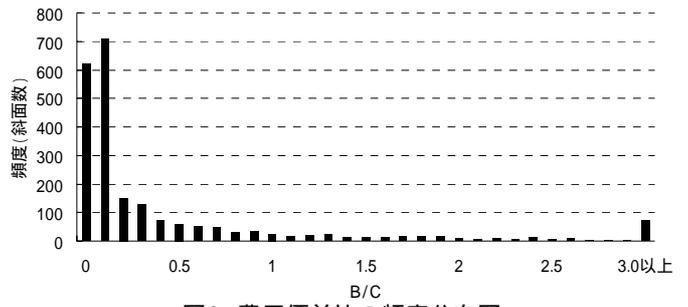


図2 費用便益比の頻度分布図

表1 リスク上位100の斜面が存在する路線区間

リンクID	路線種別	路線名	斜面数	過去の落石	
				1 被災回数	2
2384	国道	256号線	1	1	1
2283	国道	156号線	1	1	1
2273	国道	472号線	1	2	2
2262	国道	158号線	1	0	0
2190	国道	158号線	1	0	0
2171	国道	158号線	2	0	0
2159	国道	360号線	2	4	4
2148	国道	471号線	17	0	0
2077	国道	471号線	1	4	4
2064	国道	471号線	3	5	5
2061	国道	471号線	1	2	2
2040	一般県道	稲越角川停車場線	15	1	1
2061	一般県道	田口洞線	10	0	0
2067	一般県道	鼠餅古川線	4	0	0
2063	地方主要道	高山上宝線	38	2	2
2050	地方主要道	神岡河合線	2	3	3

1 リスク上位100位の斜面のうち、各リンクに存在する斜面数
2 2004～2008年度の間に各リンクで発生した落石の回数

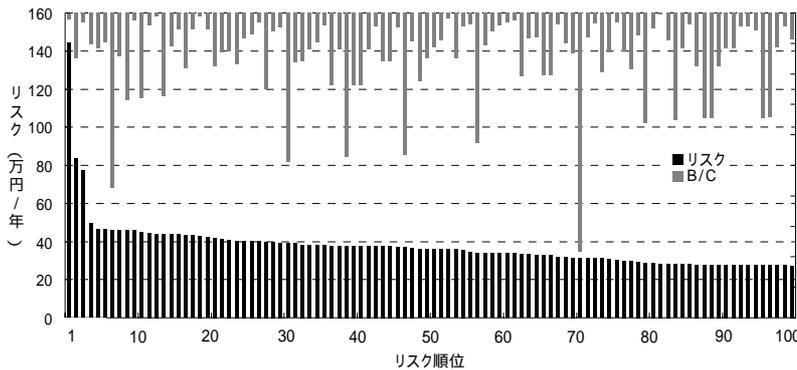


図3 リスク上位100の斜面のリスクと費用便益比

ここで、孤立集落損失について議論する。各集落の孤立を回避するためには、複数の斜面对策を実施する必要があり、それに対するB/Cを求めた(表2)。B/Cが1を超えるのは、13集落中5集落だけであり、効率性の観点から孤立集落を回避するための斜面对策への妥当性を説明することができない集落が多く存在することがわかった。また、これと斜面毎の評価結果を比較することによって、幹線道路上の斜面对策と孤立集落回避のための斜面对策の効率性の観点からの優先順位を検討することが可能である。

4. おわりに

岐阜県の飛騨圏域を対象として、斜面危険度と各種経済損失の評価結果に基づいて、落石のリスク評価について示した。得られた結果は、現実の落石のリスクを適切に表現しており、実務への適用性が高いことを確認した。

参考文献:

- 1) 原他: 社会基盤の総合的リスクマネジメント(その1): 全体概要, 第65回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, 2010
- 2) 本城他: 社会基盤の総合的リスクマネジメント(その2): 飛騨圏域を対象とした道路斜面危険度, 第65回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, 2010
- 3) 北浦他: 社会基盤の総合的リスクマネジメント(その3): 飛騨圏域を対象とした落石による経済損失評価, 第65回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, 2010

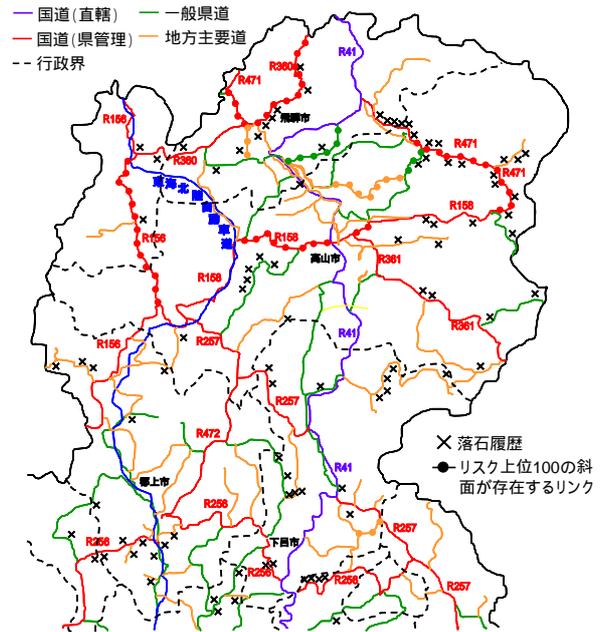


図4 リスク上位100位が存在する路線区間

表2 孤立集落損失を含む路線区間の評価結果

リンクID	路線種別	路線名	斜面数	リスク合計 (万円/年)	孤立集落損失 (万円/年)	B/C
2145	国道	360号線	83	892.6	437.8	0.04
2246	一般県道	御岳山朝日線	63	317.0	303.4	0.08
2256	一般県道	御岳山朝日線	3	304.4	303.4	5.44
2254	一般県道	朝日高根線	3	303.6	303.4	1.90
2040	一般県道	稲越角川停車場線	29	1075.5	435.8	1.04
2055	一般県道	打保神岡停車場線	11	181.0	175.1	0.73
2080	一般県道	槍ヶ岳公園線	7	101.7	97.7	0.21
2147	一般県道	清美河合線	41	434.9	118.1	0.19
2345	一般県道	湯屋温泉線	1	350.5	350.3	87.62
2227	一般県道	宮荻原線	5	442.3	417.5	3.95
2223	地方主要道	宮荻原線	28	447.7	417.5	0.66
2142	地方主要道	神岡河合線	16	505.8	179.2	0.87
2144	地方主要道	神岡河合線	1	192.5	179.2	2.19