

高速道路に影響を及ぼす小規模溪流の危険度評価手法の検討

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○中本 昌希
 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 柳迫 新吾
 (株)高速道路総合技術研究所 正会員 村上 豊和

1. はじめに

近年、集中豪雨等により高速道路区域外からの土石流災害が増加するなか、村上ら¹⁾は、流域面積 1ha 以上の溪流を対象とし、高速道路の横過条件、土砂移動形態、地質条件および発生流域面積による溪流危険度評価を行っている。一方、平成 30 年 7 月豪雨などでは、流域面積が 1ha 未満の小規模溪流からの被災事例も確認されている。本検討では、小規模溪流の被災事例が比較的、溪床勾配が急勾配の溪流で崩壊が発生していることや、流域面積が小さいことを踏まえ、1ha 以上の溪流危険度評価項目のうち、地形的素因特性に着目し、小規模溪流の危険度評価手法を検討した。

表-1 溪流諸元一覧

事例 No.	災害の有無	DEMの有無	流域面積 (ha)	主溪流長 (m)	平均溪床勾配(°)	最急溪床勾配(°)	30°以上の斜面面積(ha)	30°以上の斜面面積率(%)	高速道路横過条件	地質
1	有り	無し	0.50	100	29	35	-	-	切土	堆積岩
2	有り	無し	0.90	170	26	35	-	-	切土	花崗岩類
3	有り	無し	0.80	180	18	27	-	-	切土	火山噴出物
4	有り	無し	0.30	70	36	36	-	-	切土	火山噴出物
5	有り	無し	0.57	127	34	39	-	-	切土	花崗岩類
6	有り	無し	0.84	135	38	39	-	-	切土	堆積岩
7	有り	有り	0.13	44	35	39	0.09	74.0	切土	堆積岩
8	有り	有り	0.28	73	33	43	0.19	67.3	切土	堆積岩
9	有り	有り	0.94	224	18	53	0.39	41.7	切土	流紋岩類
10	有り	有り	0.77	287	16	39	0.16	20.7	切土	花崗岩類
11	有り	有り	0.44	112	31	57	0.29	66.6	切土	花崗岩類
12	有り	有り	0.45	112	33	48	0.34	75.1	切土	花崗岩類
13	有り	有り	0.33	101	27	48	0.18	55.4	切土	花崗岩類
14	無し	有り	0.80	101	11	26	0.18	22.5	盛土-CBOX	流紋岩類
15	無し	有り	0.89	225	12	44	0.33	37.3	盛土	流紋岩類
16	無し	有り	0.57	100	10	31	0.03	5.3	切土	花崗岩類
17	無し	有り	0.89	93	9	21	0.03	3.9	盛土	花崗岩類
18	無し	有り	0.47	152	27	43	0.21	44.6	切土	花崗岩類
19	無し	有り	0.89	160	24	39	0.39	43.4	切土	花崗岩類
20	無し	有り	0.36	120	20	44	0.07	19.7	橋梁	花崗岩類
21	無し	有り	0.92	163	22	43	0.39	42.7	切土	花崗岩類
22	無し	有り	0.65	129	28	44	0.45	68.6	切土	花崗岩類
23	無し	有り	0.39	91	26	46	0.25	63.4	盛土	花崗岩類
24	無し	有り	0.47	124	28	39	0.28	59.6	盛土	花崗岩類

2. 対象溪流および溪流諸元の整理

表-1 に検討対象とした溪流諸元を示す。被災事例は小規模溪流における全国の高速道路等の土砂流入災害 13 事例であり、このうち 5 事例(No.9~13)は平成 30 年 7 月豪雨により広島県内の高速道路で発生したものである。また、災害発生溪流との比較のために、平成 30 年 7 月豪雨による事例の近傍で、災害が未発生であった小規模溪流 11 箇所についても整理を行った。図-1 に溪流諸元の概念図と整理方法を示す。溪流諸元は、被災前の DEM データが入手可能であった箇所は、GIS により整理した。被災前の DEM データが入手できない箇所(No.1~6)は、災害当時の地形図などから 30° 以上の斜面の項目以外の各諸元を読み取った。また、村上ら¹⁾による「高速道路横過条件」および「地質特性」についても整理した。災害発生溪流においては、高速道路横過条件はすべて「切土」であり、地質は「花崗岩類」が最も多い結果となった。

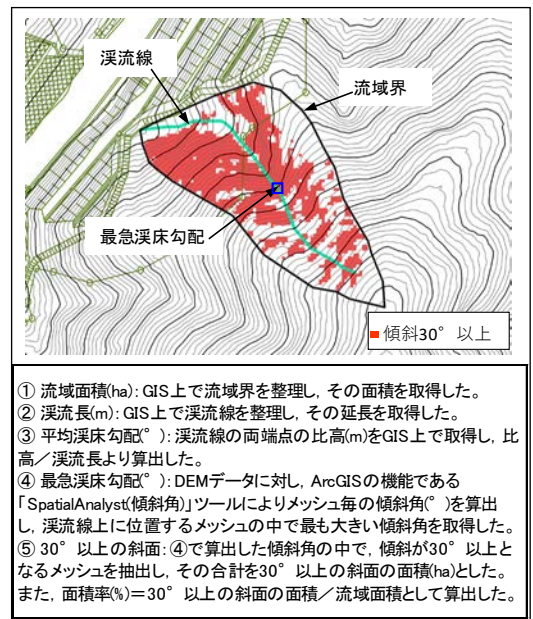


図-1 溪流諸元概念図および整理方法

3. 地形的特徴による高速道路への影響度区分

図-2 に平均溪床勾配 θ における階級別の災害発生件数を示す。災害は $\theta \geq 15^\circ$ から発生しており、 $\theta \geq 30^\circ$ で発生件数全体の 5 割以上を占める。図-3 に最急溪床勾配 θ' における階級別の災害発生件数を示す。災害は $\theta' \geq 25^\circ$ から発生しており、 $\theta' \geq 35^\circ$ での発生件数は 12 件となり発生件数全体の 9 割以上を占める。以上のように、平均溪床勾配や最急溪床勾配では、階級別に災害発生傾向がみられる

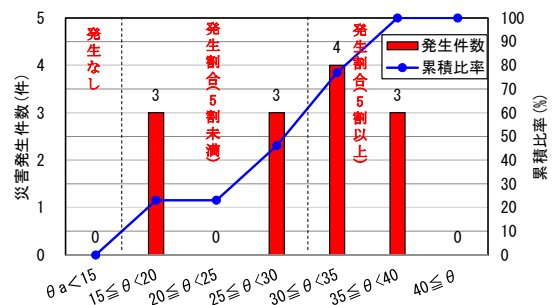


図-2 平均溪床勾配による災害発生件数

キーワード 小規模溪流, 危険度評価, 道路防災

連絡先 〒733-0037 広島県広島市西区西観音町2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) TEL 082-532-1430

ことから、図-4 に示す平均および最急渓床勾配（以下、「各勾配」という）を「溪流特性」とし、影響度評価を区分した。ランク A は各勾配において発生件数の半数以上を含む範囲とし、「特に影響が大きい」評価とした。ランク B は各勾配において災害の発生している範囲（ランク A を除く）を「影響が大きい」と評価した。ランク C は、災害の発生していない範囲を、「影響はほとんどない」とした。なおこの区分によると未発生箇所は全てランク B, C に区分される。

図-5 に 30° 以上の斜面の面積率 A_s における階級別の災害発生および未発生の数を示す。発生件数に着目すると、災害は $A_s \geq 20\%$ から発生している。また、 $A_s \geq 50\%$ では発生件数は 5 件となり、これは発生件数全体の 7 割以上を占める。一方で、未発生溪流において $A_s \geq 50\%$ となる溪流は 3 箇所となり、全体の 3 割以下である。以上のことから、30° 以上の面積率を「斜面特性」とし高速道路への影響度区分とした。ランク A は発生件数が半数以上を占め未発生割合の少ない範囲を「特に影響が大きい」評価とした。ランク B は災害の発生している範囲（ランク A を除く）、「影響が大きい」と評価した。ランク C は、災害の発生していない範囲を、「影響はほとんどない」とした。

4. 影響度区分の組合せによる危険度評価

村上ら¹⁾の手法では、溪流主流路と高速道路が交差する地点の横断構造を、切土や盛土などに区分し影響度を評価した「高速道路横過条件」や、地質別に影響度を評価した「地質特性」を検討している。横断構造や地質特性による評価は、小規模溪流の被災事例からも適用可能であるといえる。よって、これらの項目に加え、前述した「溪流特性」と「斜面特性」を評価項目とし、表-2 のように評価項目を整理した。さらに、表-3 に示す観点で評価項目の影響度区分の組合せを作成し、DEM データによる諸元整理のできた事例についてカテゴリ区分を行った。カテゴリ区分は④→①の順番で高速道路への影響度が高くなる。この区分を対象事例に適用すると、災害発生事例は全てカテゴリ①または②に区分された。

5. まとめ

本検討では、1ha 以上の溪流危険度評価である、「横過条件」、「地質条件」に加え、小規模溪流の影響度区分として、渓床の各勾配を指標とした「溪流特性」および、流域内における 30° 以上の斜面の面積率を指標とした「斜面特性」を整理した。また、影響度区分の組合せから危険度評価区分を作成し、被災事例の溪流に適用すると全てカテゴリ①または②に区分されるため、評価手法としてある程度妥当であると言える。今後は、新たに発生した小規模溪流の災害に対して、検討した危険度評価を適用し、その精度を検証すると共に、被災事例データを蓄積し評価項目の精度向上に繋げていきたい。

参考文献

- 村上豊和, 下野宗彦, 中田幸男: 高速道路に影響を与える土石流危険溪流の資料調査に基づく評価手法, 地盤と建設, Vol.34, No.1, pp.19-27, 2016.

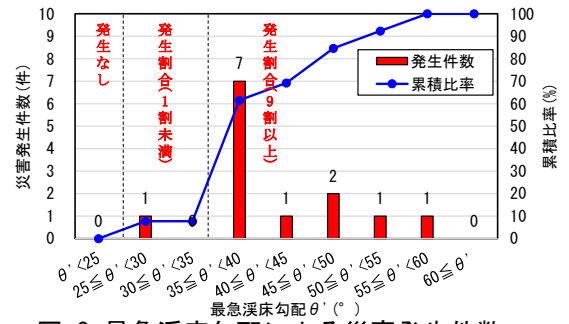


図-3 最急渓床勾配による災害発生件数

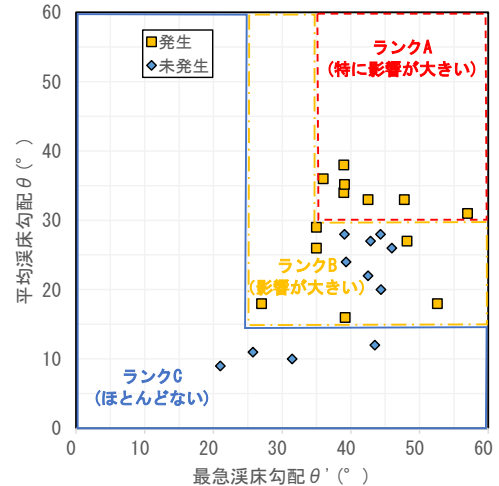


図-4 溪流特性による影響度区分

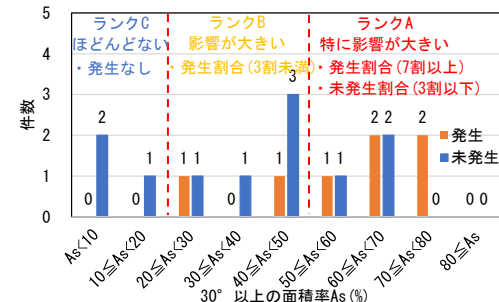


図-5 斜面特性による影響度区分

表-2 影響度評価項目

評価項目	影響度区分
	大⇄小
項目① 高速道路横過条件※	I, II, III, IV
項目② 地質特性※	3, 2, 1, 0
項目③ 溪流特性(平均および最急渓床勾配)	A, B, C
項目④ 斜面特性(30° 以上斜面の面積率)	A, B, C

※村上ら¹⁾による評価と同様

表-3 カテゴリ区分

カテゴリ	観点	発生件数	未発生件数
①	全ての項目において最上位ランクの評価(I 3AA)	3	0
②	全ての項目において、影響度区分が上位2ランク以上の評価(カテゴリ①を除く)	4	6
③	項目①の影響度区分がII以上で、かつ項目②が1, 0もしくは項目③④のいずれかがC	0	1
④	高速道路横過条件がIIIもしくはIVに該当する溪流	0	4