

航空レーザ測量を利用した差分解析による流出土砂量の算出とその傾向

西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 ○小谷 拓弥
西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 柳迫 新吾
西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 下野 宗彦
株式会社 高速道路総合技術研究所 正会員 村上 豊和

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨は西日本の広範囲に甚大な被害をもたらし、西日本高速道路(株)(以下、「NEXCO 西日本」)が管理する高速道路においても区域外からの土砂流入災害により多くの被害を受けた。近年、気候変動に伴う異常気象により、予測困難な災害が年々増加傾向にあるなかで、高速道路でもその対応が急務となっている。

NEXCO 西日本が管理する高速道路沿線では、既往の現地調査結果から高速道路に影響を与える可能性が高いとされる溪流が約 800 箇所抽出されており、これらの対策を効率的かつ効果的に行うためには、対策施設の規模を決める際に必要となる計画流出土砂量の適切な設定が必要となる。

以上のことから、本稿では、被災した山陽自動車道(以下、「山陽道」)を対象に高密度かつ高精度な標高データであるレーザープロファイラデータ(以下、「LP データ」)による差分解析から実際に災害で発生した流出土砂量の算出を行い、災害前の現地調査で算出していた計画流出土砂量との比較分析結果について報告する。

2. 被災状況

平成 30 年 7 月豪雨では、山陽道および広島呉道路(以下、「広島道」)の広範囲で被災した。広島道では高速道路への土砂流入のみならず、盛土崩壊による JR 呉線や国道 31 号の寸断被害が発生した。また、山陽道では流入土砂の撤去、交通開放に約 1 週間を要した。被災地域は、マサ化による表層崩壊が発生しやすい花崗岩分布地域であり、特に山陽道の高屋 JCT 付近は風化が深部まで進行し、ボーリング調査でも GL-10.0m 以深までマサ化した脆弱な地盤が確認された。

3. LP 差分解析による流出土砂量の算出

流出土砂量は、被災前と被災後の LP データから作成された 1mDEM (Digital Elevation Model) を比較して差分を算出した。図 1 に示す、高速道路本線へ影響を与えた土砂量(流出土砂量③)は、災害前の現地調査で設定していた計画基準点より下流へ流出した土砂とした。この計画基準点より上流側における流域内の侵食量①をマイナス値、下流側の堆積量②をプラス値とし、合算し流出土砂量③とした。

4. 既往現地調査による計画流出土砂量の算出方法

現地調査は、砂防基礎調査に準拠して実施されているが、計画流出土砂量については図 2 に示す①砂防基準に合せた流域全体を対象としたものと、②NEXCO 基準として過去の発生実績から主溪流を対象としたものを算出しており、本稿の検討は②NEXCO 基準の計画流出土砂量を用いて行った。

キーワード 地盤災害、斜面侵食、土石流

連絡先 (住所: 〒733-0037 広島市西区西観音町 2-1 電話: 082-532-1411 FAX: 082-532-8058)

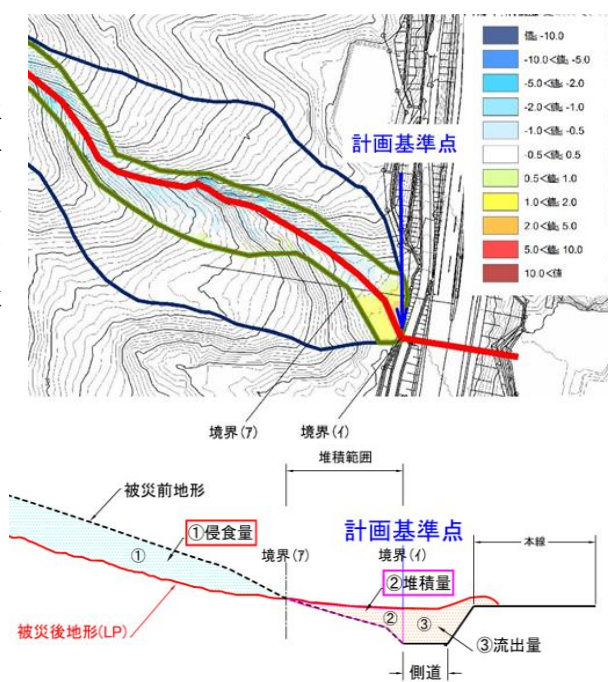


図 1. 流出土砂量の算出方法

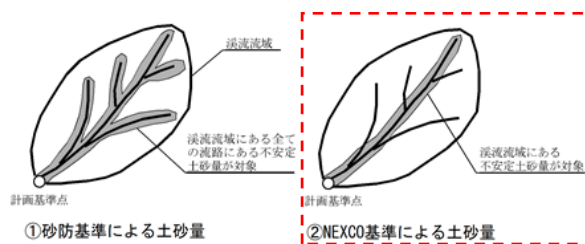


図 2. 土砂量の算出方法

5. 差分析結果による土砂量の傾向検討

5.1 計画流出土砂量との比較

表 1 に、LP データの差分析から求めた流出土砂量（以下、「LP 流出土砂量」と計画流出土砂量を比較した結果を示す（13 溪流）。その結果、図 3 の近似式より LP 流出土砂量は、計画流出土砂量に対し約 1.2 倍であった。

なお、溪流 D は、計画流出土砂量に対し LP 流出土砂量は約 2.8 倍であり、これを特異値と判断して除去した場合、図 4 に示す通り、LP 流出土砂量は計画流出土砂量の約 0.9 倍となり、現地調査結果と災害実績の土砂量に大きな差がない結果となった。

5.2 現地調査時と災害発生時の侵食深と侵食幅の比較

溪流内の侵食深と幅について、既往現地調査結果と災害時の実績を比較した。現地調査は、200m ピッチに侵食深と幅を計測しているため、災害時の LP データと一致する箇所を抽出し、その箇所が複数あるため、平均値で比較した。その結果、侵食深は現地調査、災害発生時とも 0.5m ～1.0m に収まり概ね近い値を示した。一方、侵食幅は現地調査より災害発生時の方が大きく、広島道と比較して山陽道の方が、侵食幅がより大きな傾向が認められた。

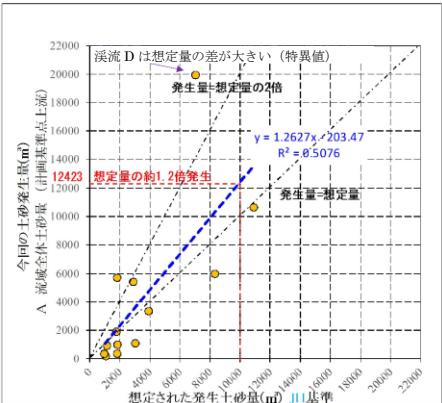


図 3. 計画流出土砂量と流出土砂量の比較

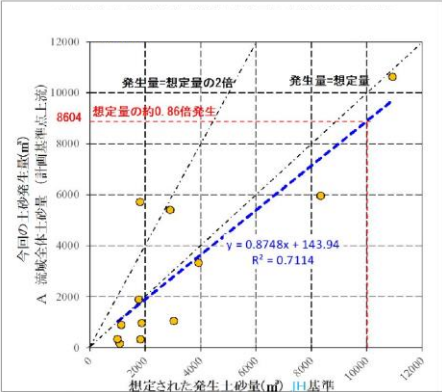


図 4. 特異値（溪流 D）を除いた土砂量の比較

表 1. NEXCO 基準による計画流出土砂量と LP 差分析による流出土砂量

道路名	区間	上・下	溪流名	現地調査		LP 差分析による流出土砂量算出				LP による計測結果		
				計画流出土砂量 (JH基準)(m3)	侵食深 (平均値)(m)	侵食幅 (平均値)(m)	流出土砂量		発生面積 (m2)	侵食深 (平均値)(m)	侵食幅 (平均値)(m)	
							①侵食量 (m3)	②堆積量 (m3)				
山陽道	本郷IC～河内IC	下	A	1,771	1.00	7.40	1,879	1,948	69	2,288	0.89	14.95
山陽道	河内IC～高屋JCT	下	B	3,931	1.00	7.70	3,314	3,677	362	6,170	0.67	13.67
山陽道	河内IC～高屋JCT	下	C	1,824	1.00	4.80	5,696	6,820	1,124	10,018	0.82	30.30
山陽道	高屋JCT～西条IC	下	D	7034	0.68	7.00	19,920	23,906	3,986	33,707	1.00	16.47
山陽道	高屋JCT～西条IC	下	E	8,352	0.93	8.20	5,941	11,021	5,080	21,933	0.62	27.23
山陽道	西条IC	上	F	3,034	1.00	7.00	1,039	1,172	132	1,792	0.94	11.83
山陽道	志和IC～広島東IC	下	G	10,938	1.00	7.38	10,616	14,985	4,370	28,498	0.55	23.65
広島道	仁保IC～坂北IC	-	H	1,000	1.00	5.40	316	354	38	572	0.72	5.40
広島道	仁保IC～坂北IC	-	I	1,884	1.00	6.30	951	1,337	386	2,269	0.88	9.83
広島道	仁保IC～坂北IC	-	J	2,910	0.88	7.95	5,389	5,809	420	6,589	1.04	13.70
広島道	坂南IC～天応西IC	-	K	1,094	1.00	7.00	140	384	245	751	0.64	7.29
広島道	坂南IC～天応西IC	-	L	1,841	0.50	6.50	318	937	619	1,842	0.70	5.73
広島道	坂南IC～天応西IC	-	M	1,151	0.75	7.20	883	889	6	1,037	0.93	8.43

6. 流出土砂量の傾向についての考察

比較した 13 溪流では、災害前の現地調査で求めている計画流出土砂量と災害後の LP データで求めた流出土砂量は概ね近い値を示す傾向が確認できた。また、侵食深と侵食幅の比較では、災害前の現地調査と災害後の LP データで求めた侵食深は概ね一致する傾向が得られたが、侵食幅に関しては LP データで求めた値が災害前の現地調査の値を上回る結果となった。流出土砂量が概ね一致する傾向であることを鑑みると、幅が大きくなる分、侵食が発生する延長は NEXCO 基準の想定より短い範囲になると考えられる。ただし、NEXCO 基準で算出を行った溪流と、土石流が発生した溪流が流域内の支川で異なり一致しない場合もあり、今回は溪流延長までの比較検討は実施しなかった。

7. まとめと今後の課題

LP データを利用した差分析により、災害前と災害後の流出土砂量が容易に比較でき、その結果、過去の実績を基に設定された NEXCO 基準の計画流出土砂量や現地調査による侵食深の妥当性が概ね確認できた。しかし、今回の検討では溪流延長の比較までは実施出来ておらず、サンプル数も 13 溪流と少なく十分とはいえない。よって、今後も傾向分析を継続し、対策時に必要となる計画流出土砂量の適切な算出方法等について検討を進めていきたい。

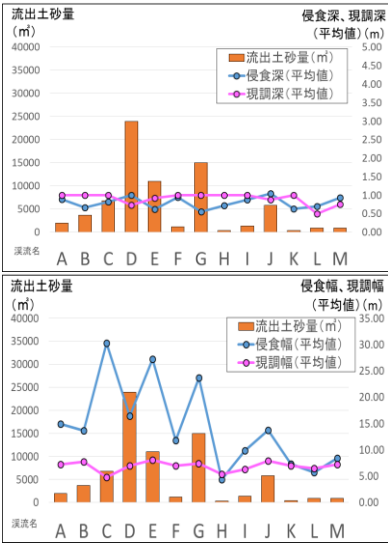


図 5. 流出土砂量と侵食深度（上）、侵食幅（下）