

高速道路沿線の側道を想定した平坦部による土石流の減衰効果について — 実物大実験 —

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○竹本 将
正会員 中村 淳
正会員 村上豊和
東亜グラウト工業 (株) 正会員 梅沢広幸
正会員 櫻井哲弥

1. はじめに

近年の度重なる豪雨により、日本全国において土砂災害が発生している。気象庁のデータでは時間当たり 50mm 以上の降雨が発生する頻度は年々増加¹⁾している。また、地球温暖化が豪雨に与える影響を評価²⁾するなど、豪雨災害に対する備えを今後実施していかななくてはならない。このような中、高速道路でも近年、土石流災害に見舞われることが多くなり、通行止めの解除に時間のかかる事象が増えている。一方で、高速道路特有の事象として、高速道路沿線には側道（4 m程度の平地）が付随するケースが多く、この側道の存在が土石流被害を軽減するケースも見受けられた。そこで、土石流の側道による減衰効果を検証すべく、実物大の実験を実施したので、ここに報告する。



写真-1 実物大実験サイト

表-1 斜路の諸元

部位	数量等	備考
斜面高さ	20m	
斜面長	31m	
斜面幅	8m	
斜面勾配	40°	
斜路表面	t=10cm	モルタル吹付

2. 実験と計測の概要

実物大実験は新潟県魚沼市の土砂採取場で実施した(写真-1)。

斜路の諸元を表-1に、実験概要と計測機器の配置を図-1に示す。斜路上部には土砂溜めを兼ねる発射装置を設置し、土砂を流下させる開口部を設けている。土砂は最大 51 m³を貯留させることができる。斜路下部には、土石流を受け止める支柱強化型防護柵（柔構造型ネット）を斜路法尻部から 2 m離れた位置に設置した。計測機器として、土石流の状況を計測するために土圧計、速度を計測するための高速度カメラなどを設置した。

流下させる土砂は骨材（40-80mm）、クラッシュラン（0-40mm）、砂（マサ土）、粘性土に水を混ぜ合わせた礫分優勢の材料である。実験を実施した2日分の地盤材料試験結果を表-2に示す。

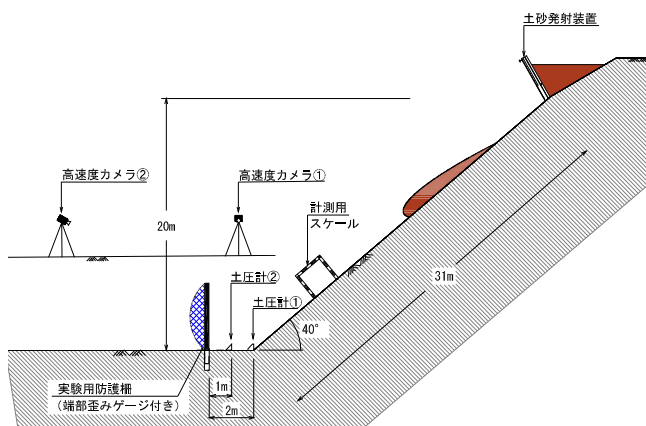


図-1 実験状況と計測機器の配置図

表-2 地盤材料試験結果

試料		1日目	2日目
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm ³	2.232	2.258
	乾燥密度 ρ_d g/cm ³	1.963	2.007
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.639	2.602
	自然含水比 W_n %	13.7	12.5
	間隙比 e	0.344	0.296
	飽和度 S_r %	105.2	110.0
	粒度	石分 (75mm以上) %	
礫分 (2~75mm) %		65.5	71.8
砂分 (0.075~2mm) %		21.4	18.6
シルト分 (0.005~0.075mm) %		} 13.1	} 9.6
粘土分 (0.005mm未満) %			
最大粒径 mm		37.5	37.5
均等係数 U_c	-	242	

キーワード 土石流, 実物大実験, 減衰効果, 高速度カメラ, 流速, 衝撃力

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1694

実験は 51 m³の土砂を 3 回流下させ、防護柵に順次、土砂を蓄積していくこととした。

3. 実験結果

高速度カメラを用い、土砂と共に流下させたターゲット（ボール）を追尾することで土石流の速度を算出した。図-2 は 1 回目の流下実験で、右側が経過期間と速度の関係、左側が



図-2 土石流速度と実験状況

表-3 実験結果（速度）

	斜路部速度 (m/s)	斜路部水平速度 (m/s)	平坦部終点速度 (m/s)	水平速度変化率	斜路部水平衝撃力 (kN/m ²)	フェンス前衝撃力 (kN/m ²)	水平衝撃力変化率
第 1 回	13.5	10.3	8.0	0.78	191.0	115.2	0.60
第 2 回	9.5	7.3	6.5	0.89	95.9	76.1	0.79
第 3 回	13.2	10.1	8.3	0.82	183.6	124.0	0.68

右グラフの白太線時刻の映像を示している。右上に示す速度は水平方向と鉛直方向の合成速度である。斜路を流下する場合は斜路軸方向の速度を示しているが、平場ではバウンドして上方に跳ね上がる速度も含まれる。このため、フェンスの耐力を算出するために必要な水平方向の速度を右下に示している。3 回の実験について、計測した速度と国土交通省告示式³⁾から求めた衝撃力を表-3 に示す。いずれの結果もフェンスに達する時点で減衰が確認され、水平成分の速度は 1~2 割、衝撃力は 2~4 割の低下を示した。

4. まとめ

本実験により、土石流の速度は平坦部において 1~2 割、衝撃力は 2~4 割の低下を示した。これは、平坦部による減衰効果として、路面による抵抗や徐々に堆積する土砂の阻害等によるものと推測され、平坦部の存在により、対策工の規模の効率化が可能と考えられる。

5. 今後の検討

今回の実験では平坦部の延長を固定して実験を行った。高速道路の沿線に存在する側道は 3 m~4 m のものが多く、衝撃力の低減効果はさらに高いと考えられ、今後、平坦部の範囲を変えた効果検証を行うとともに、水深の検測も実施したい。また、今回土圧計を設置したものの計器の故障などで比較する情報が不足したため、改良、工夫が必要と思慮される。

参考文献

- 1) 気象庁 HP https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html
- 2) Yukiko Imada, Hiroaki Kawase, Masahiro Watanabe, Miki Arai, Hideo Shiogome, Izuru Takayabu; Advanced risk-based event attribution for heavy regional rainfall events, npj Climate and Atmospheric Science, Article number: 37 (2020)
- 3) 国土交通省告示第 332 号, 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令, 2001