

自立式対策工の設置位置の違いによる土砂捕捉効果についての検証

広島大学 学生会員 ○木次 貫太
広島大学 正 会 員 畠 俊郎
西日本高速道路株式会社 非 会 員 澤田 日出夫
西日本高速道路株式会社 非 会 員 宮原 崇

1. 背景と目的

近年、地球温暖化による気温上昇などにより近年土砂災害発生件数は増加傾向にある、中でも、道路区域外の溪流で発生した土石流等が道路流入した場合、主要道路が寸断されることとなり人流と物流が滞り市民生活に大きな影響を与えることとなる。そのため、土砂流入に対する道路の安全性の確保が課題となっている。

一般的に、道路区域外の溪流部分に堰堤などの土砂流出防止施設を整備する場合には、法規制や費用などの関係機関協議や用地買収のハードルが高いため多くの時間と労力を要す。そこで、山地境界から道路本線までの道路区域内への土石流対策工の設置に関心が高まっている。土石流対策工は自立式と柔構造とがあり、本研究では、近年道路用地内への設置が増えている自立式のワイヤーネット型捕捉工に着目した。同捕捉工に関しては、実スケールの実験により溪流から流出する土砂に関しての耐力や捕捉性能に関する研究が行われている。自立式の捕捉工は図-1 に示すとおり現場の条件にあわせて設置場所を任意に設定（側道を挟んで山地側、道路側）できるという利点を持つが、この捕捉工の設置位置による本線への土砂流入抑制効果は明らかとなっていない。本文では、可変勾配水路を用いて 1/40 スケールの水理模型実験を行い設置位置による捕捉工の効果について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

本研究では、幅 0.1 m×高さ 0.3 m×長さ 14 m、勾配 18°の水路を用いて、1/40 スケールの水理模型実験を行った（図-2）。水路出口から上流 11 m～13 m の位置に土砂を堆積させ、整流槽から設定した流量で水を流し、土砂を越流させて流下させる天然ダム決壊方式による流下方法を採用した。また、水路出口から 1 m と 2 m 上流にレーザー変位計を設置し、土石流の流速とフロント高さの計測を行った。

また、整流槽から通水する時間をストップウォッチで計測し、給水量を算出した。水路出口には土砂の流動・堆積特性を観察するための氾濫台を設け、道路模型を設置した。最初に、約 900 m³の土砂が道路本線に流出した災害現場の堆積形状再現を目的とした実験水路のキャリブレーションを実施した。この再現結果に基づき、実験条件を土砂 25 kg(900m³程度を想定)に対して、0.8 L/sec で約 25 秒間給水を行い、流速約 1.4 m/sec、土石流フロント高さ約 3.5 cm の土石流となるよう設定した。その後、表-1 に示すとおり山地側に設置した場合と道路側に設置した場合、無対策の計 3 ケースに関して同条件で土石流を流下させ、事前に補足工を設置した場合の土砂捕捉率などの効果の違いを実験的に検証した。なお、Case 1 では装置の制約条件（水路高等）から溪流内の土砂ポケット量を上回り、貯砂量を超える土砂が流下する条件となっている。

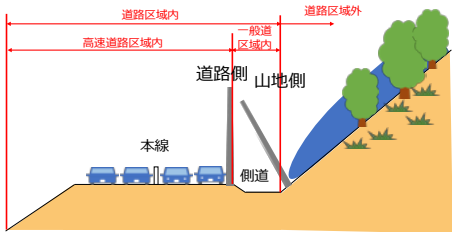


図-1 道路用地内設置位置

表-1 実験ケース

Case	流量	土砂量	設置位置
1	0.8 L/sec	25 kg	山地側
2	0.8 L/sec	25 kg	道路側
3	0.8 L/sec	25 kg	対策工なし

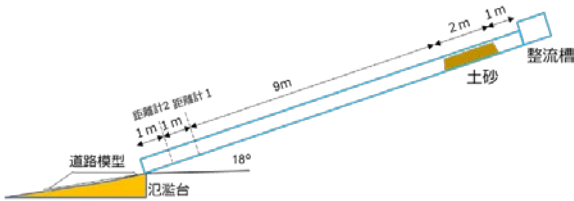


図-2 水路概略図

キーワード 土石流, 水理模型実験, 道路
連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学 社会基盤環境工学プログラム 082-424-7784



図-3 実験結果

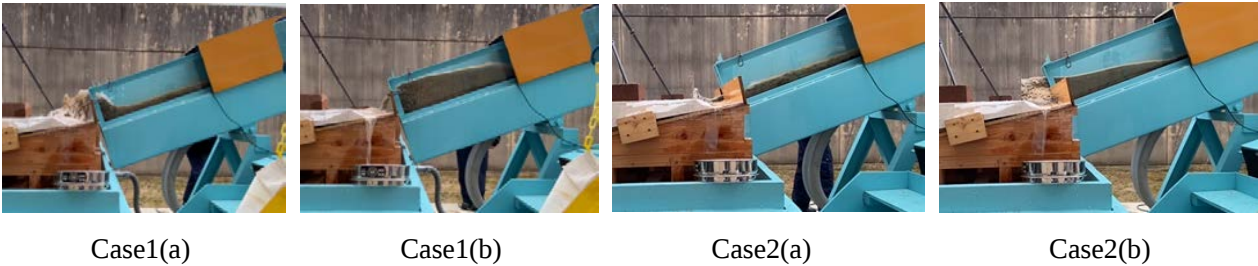


図-4 山地側設置土砂流入

表-2 SFM 結果

	設置位置	本線土砂流入率	側道部土砂堆積率	対策工土砂捕捉率	側道部土砂広がり幅
Case1	山地側	4.5 %	11.3 %	84 %	86 cm
Case2	道路側	0.0%	37.1 %	100 %	149 cm

捕捉工の模型に関しては、メッシュ 1 mm (4cm 相当)、高さ 15 cm (6 m 相当) を用いた。設置幅に関しては、山地側で 15 cm (溪流出口幅の 6 m と想定)、道路側で 65 cm (設計値をもとに 26 m と想定) とした。

3. 実験結果

まず、無対策および山地側に設置した場合では、図-3Case 1 および 3 に示すように本線への土砂流入が確認された。図-4Case1(a)で示しているように土石流先頭部の堰上げによる本線流入と図-4Case1 (b)で示しているように貯砂量オーバーによる流入の計 2 回の本線流入が見られた。なお、対策工事土砂捕捉率は想定通りであり有効に機能していることを確認している。表-2 に示す SFM を用いた 3 次元測量から Case1 の堆積した土砂量を算出したところ、約 16 %の土砂を対策工で捕捉できず、約 4.5 %の土砂が本線に流入したという結果になった。道路側のフェンスでは、大きな堰上げと貯砂量オーバーがなく、本線への土砂流入が見られないという結果となった (図-3, 図-4, 表-2)。また、表-2 に示すように側道部の土砂堆積率は、道路側で約 37 %, 山地側で約 11 %という結果を得た。つまり、道路側設置を行った場合、側道部が土砂ポケットとして有効に機能したため想定しているより多くの土砂が流下した場合でも本線流入を抑制できる可能性が示唆された。また、粒径加積曲線と捕捉工のメッシュの大きさとの比較を行うと粒径の小さい約 15 %の土砂が通過することになるが、今回は補足率が 100 %と高い値となった。この理由としては、発生した土石流が石礫型土石流 (先頭部は粒径が大きく、後続は粒径が小さくなる特徴を持つ) であるため、粒径の大きい土砂が先に堆積し、メッシュより小さい粒径の土砂が捕捉工より上流側に堆積したことが原因と考えている。つまり、石礫型土石流に対する捕捉工による土砂捕捉効果は、泥流型土石流などの他の土石流より高い可能性が示唆された。

4. 結論

可変勾配水路の特徴を生かし、1/40 スケールでの石礫型土石流が再現できる条件を明らかにした。加えて、自立式捕捉工の有無、さらにはその設置位置の違いが本線流入土砂量に与える影響を実験的に検討した。山地側に設置した場合には、堰上げと貯砂量オーバーによる 2 回の本線流入が確認された。これについては、溪流内の貯砂容量にあわせたフェンス高等を設定することが必要であると考えられる。また、道路側に設置した場合には側道部が追加の土砂ポケットとして機能するため、本線への流入が抑制される結果となった。