

底面水抜き型土石流捕捉工における土石流の停止機構に関する基礎実験

防衛大学校 学生会員 ○小原史稔, 堀口俊行 正会員 香月 智

1 緒 言

現行の土石流対策は、透過型砂防堰堤が主流であり、通常時は環境保全や土砂等を堆積させないため、水や砂をそのまま通すことが可能である。対して、土石流発生時には巨礫が透過部を閉塞し、土石流の後続部を捕捉するものとされている。この場合、堰堤に土石流の衝撃力が作用するため、それに耐える構造物として設計されなければならない。本研究の対象とする底面水抜き型土石流捕捉工は、スノコのような形状の鋼製構造を、河床と平行に設置しているものであり、土石流の衝撃力が作用しない¹⁾。その機能は、流下してくる土石流を水と土石とに分離させ、土石流を停止・堆積させるものである。しかし、土石流の停止機構における礫と流水の分離メカニズムは、十分に解明されているとは言い難い。

そこで本研究は、異なる傾斜角度における停止後の土石塊と、その時の流水の流れを検討したものである。

2 実験内容

2.1 底面水抜き型土石流捕捉工

写真-1 に底面水抜き型土石流捕捉工を示す。この模型は、底面長 600mm、幅 250mm、底面板間隙および底面板幅は 10mm となっている。底面板下部は 95mm ずつの 6 カ所の水抜き貯留部に分けられており、各々の流出口を伝って流水が流れる。このため、各々の水槽区分ごと水を回収して、流量を計測する。

2.2 土石流モデル

土石流モデルは、表-1 に示す 3 つの供試体である軽石を、大、中、小それぞれに色わけしたものを混ぜ合わせたものである。すなわち、粒径 20~25mm のものが緑、粒径 15~20mm が黄色、粒径 15mm 未満が赤色である。この大、中、小の供試体をそれぞれ 1.0ℓ、1.25ℓ、1.25ℓ の割合で混合した計 3.5ℓ の

供試体を 9ℓ の水と一緒に流す。

2.3 実験内容

実験は、写真-2 に示す長さ 450cm、幅 30cm、高さ 50cm の直線水路を使用した。なお、捕捉工模型における流水を計測できる水路幅を確保するために、水路幅を 25cm にし、両側に水が流れるように工夫した。土石流モデルの初期位置は捕捉工から 2.0m に供試体を堆積させて、その後方 1.0m の位置に水 9ℓ を貯めておき一気に解放して流すものとした。なお、直線水路には富永ら²⁾の用いた三角形断面栈粗度を水路の底面に貼付している。

3 実験結果および考察

3.1 底面板間隙無し（勾配 $\theta=15^\circ$ ）

まず、比較のために間隙のない実験装置での実験を行った。写真-3 に、 $t=t_0 \sim 0.3(s)$ の間における流下状態を示す。写真-3(a) より接近する土石流は、流下過程において先頭部に大粒径が集中している。その際、軽石が先行し、水がその後方から供試体を押すように流れている。次に、0.1(s) 時は、供試体が、捕捉工の水平部に達するが、停止することなく、0.2~0.3(s) 時も続いて後続流に押し流されている。よって、土石を停止させることができない。

3.2 水路勾配 15° 、底面板間隙 10mm

写真-4 に、底面板間隙 10mm における堆積過程を示す。この場合も、 $t=t_0$ の時に大粒径が集中し、段波を形成しながら流下している。図-3(b) の 0.1(s) 時には先頭部の軽石が停止堆積し、土石塊を形成している。その後 0.2(s) 時には土石塊の形成がほぼ終了し、後続の水流は土石塊の後端で水槽に落下している。この形状は、図-3(d) の 0.3(s) 時でもほぼ変わらない。

3.3 水路勾配 17° 、底面板間隙 10mm

続いて、捕捉工の諸元は同じにして、土石流の接



(a) 上面図



(b) 側面図

写真-1 底面水抜き型土石流捕捉工

表-1 側面図

粒径 (mm)	比重	写真
20~25	1.2	
15~20	1.2	
10~15	1.2	



写真-2 直線水路

キーワード 底面水抜き型土石流捕捉工, 土石流, 透過型砂防堰堤

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL:046-841-3810 FAX:046-844-5913

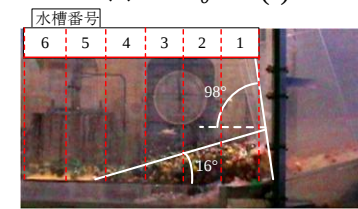
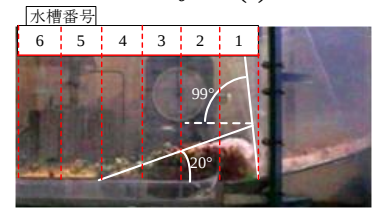
(a) $t=t_0$ (a) $t=t_0$ (a) $t=t_0$ (b) $t=t_0+0.1(s)$ (b) $t=t_0+0.1(s)$ (b) $t=t_0+0.1(s)$ (c) $t=t_0+0.2(s)$ (c) $t=t_0+0.2(s)$ (c) $t=t_0+0.2(s)$ (d) $t=t_0+0.3(s)$ (d) $t=t_0+0.3(s)$ (d) $t=t_0+0.3(s)$

写真-3 底面板間隙無し

写真-4 底面板間隙有 ($\theta = 15^\circ$)写真-5 底面板間隙有 ($\theta = 17^\circ$)

近状況を変えるために、水路勾配 17° に上げた。写真-5 にその実験状況を示す。写真-5 (a) の土石の接近状況は、定性的には写真-4 と同じであるが、やや土石は平坦に分布している。写真-5 (b) の $0.1(s)$ 時では、捕捉工によって土石塊が停止するが、写真-4 (b) のものよりも、その長さは短く高く盛り上がっている。その後の定性的な傾向は、水路勾配 15° のものと同じである。ただし、形成された土石塊の全長は短く、安息角が大きくなっている。

参考までに、その前面における安息角は写真-4 (d) では 16° に対し、写真-5 (d) は 20° となっており、明らかに大きくなっている。一方後端の角度は、それぞれ 98° と 99° と、あまり変わらない。

3.4 水抜き状況

図-1 には、写真-4, 5 に対応する水抜きの水量分布を示す。図中の水槽番号 1 は捕捉工の最上流端の水槽であり、第 6 水槽は最下流端のものである。水路勾配 15° , 17° のいずれの場合でも、最上端の第 1 水槽に全体の $2/3$ (6ℓ) の水が落下している。しかし、水路勾配の小さい勾配 15° では第 3 水槽までに全ての水が落下するのにに対し、勾配 17° では、第 4 水槽にまで水が達している。このため、第 2 水槽の水量は、勾配 15° の方が大きくなっている。

参考までに、第 1 水槽の下流端は、写真-5 (d) における土石塊の最高点より 5cm ほど下流に担当するも

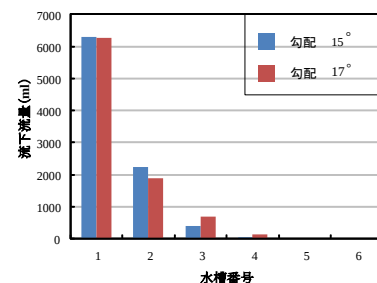


図-1 流下流量

のである。

4 結 言

本研究は、底面水抜き型土石流捕捉工における土石流の停止機構を検討したものである。以下に、その成果をまとめると以下のようになる。

- 1) 底面水抜きの間隙によって、水と土石を分離するため、土石流内部の水圧が小さくなり、土石塊が形成し、土石が停止する。
- 2) 接近する水路の勾配が大きく、流速の速い土石流に対しては土石塊が高盛形状となり、石礫底面と内部に生ずる見かけ上の停止力は大きくなる。

参考文献

- 1) 矢澤昭夫, 水山高久, 森田昭久: 土石流を制御する構造物に関する実験, 土木技術資料, Vol.28, No.8, pp.9-14, 1986.8.
- 2) 富永晃宏, 田本典秀: 三角形断面槽型粗度を有する開水路流れの乱流構造, 応用力学論文集, Vol.5, pp. 727-734, 2002.8.