

土石流の停止・堆積に関する研究(サニ報)

— 現地模型を用いた土石流危険区域設定に関する実験的研究 —

建設省土木研究所

○池谷 浩, 北山滋基, 上原信司

はじめに:

筆者はサニ報において、土石流の停止・堆積は、土石流量、後続流量および堆積の場合の地形条件によって変化することを示した。また、土石流の停止・堆積長は質点系モデルで与えられて、質点系モデルの激しい Side Step 現象が生ずると停止・堆積長が短くなることも示した。今回はこれら諸事項を現地模型実験によって確認し、また条件の変化により同一扇面での危険区域の変化、同一条件で扇面条件を変えた場合の危険区域の変化について実験結果を用いて報告する。

模型実験による土石流危険区域設定の意義:

土石流危険区域を設定する理論的な手法では特に堆積の場合を考慮した Model が無いため、同一条件を与えれば同一の危険区域が与えられてしまう。しかしこれは現実と合わない。これを解決する方法として Side Step Model を提唱したが、具体的な扇形地形上での危険区域の設定には現地模型を用いた実験的手法によって行なう方法があり、過去の土石流堆積区域を再現するための手法として有効であることは別の社会に発表した。(2) また模型実験では実験条件(計画諸量)を自由に变化させることが可能であるため、最も危険区域が大きくなる条件の設定が可能になる。

実験装置及び実験条件:

実験に用いた装置は土木研究所防砂流路工屋外実験施設にある大型土石流実験水路の勾配10°の部分に洞谷扇状地の1/40縮尺模型(図-1)を作製し、水路上流15°~20°区間に土砂を敷いて、水路上流端より流量を与えて土石流を発生させた。実験条件は表-1のとおりである。

表-1. 実験条件

Case	Run	流量	時間	土砂量	扇形地形
1	1	0.7 t/s	70 sec	5.3 m³	扇形地 A
	2	1.0	70	1.9	
	3	0.7	21.0	2.9	
2	1	1.4	70	5.3	A
	2	2.0	70	1.9	
	3	1.4	21.0	2.9	
3	1	0.7	40	5.3	A
	2	1.0	40	1.9	
	3	0.7	100	2.9	
4	1	0.7	70	10.0	A
	2	1.0	70	4.0	
	3	0.7	21.0	5.0	
5	1	0.7	70	20.6	A
	2	1.0	70	1.0	
	3	0.7	21.0	1.4	
6	1	0.7	70	5.3	扇形地 B
	2	1.0	70	1.9	
	3	0.7	21.0	2.9	
7	1	0.7	70	5.3	扇形地 C
	2	1.0	70	1.9	
	3	0.7	21.0	2.9	
8	1	1.4	70	5.3	扇形地 B
	2	2.0	70	1.9	
	3	1.4	21.0	2.9	
9	1	1.4	70	5.3	扇形地 C
	2	2.0	70	1.9	
	3	1.4	21.0	2.9	

(注1) 土砂量は 200mm の水深に 100mm の厚さの土砂を敷いた。

(注2) 扇形地 A は土砂の厚さ 10mm の厚さの土砂を敷いた。土砂の厚さは 10mm の厚さの土砂を敷いた。

土砂の厚さは 10mm の厚さの土砂を敷いた。

砂礫型土石流の流速を U_f とする

と U_{fx} 値はほぼ $U_f/U_{fx} \leq 5$ で与え

られる。図-2 より

$$V_s = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\tan(\theta - \delta)} \cdot h^2 \cdot B, \quad B = 2Q_p^{1/2}$$

とすれば $V_s = 2h^3 / \tan(\theta - \delta)$ となる。

すなわち $V_s \propto h^3$ となり、 V_s が大き

いほど下流まで流下する。

参考文献:

- (1) 池谷 浩: 土石流の停止・堆積に関する研究(サニ報), 土木学会の防砂流路工屋外実験施設
- (2) 池谷 浩: 土石流危険区域設定に関する実験的研究, 土木学会 Vol. 23, No. 4, 1981. 4
- (3) 池谷・北山: 土石流危険区域設定に関する研究(サニ報), 土木学会 Vol. 21, No. 9, 1979. 9
- (4) 池谷・北山: 土石流の流動と堆積に関する研究, 土木研究所報告技術中

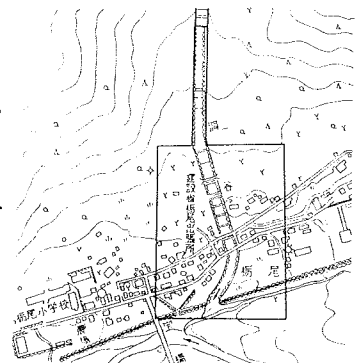
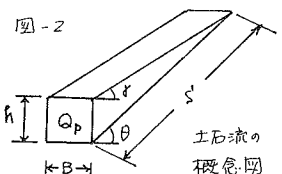


図-1. 実験地入り範囲



実験結果と考察:

① Side Step 現象の影響

模型上の河道を災害前河道(扇状地A),河道幅が半分(B),河道なし(C)の三つの形に整形し水理条件を同じにした実験(Case 1.6.7 と Case 2.8.9)を実施して Side Step 現象の確認をおこなった。図-3 に示すように、河道が存在する場合には見られな

Side Step 現象が Case 7 および 9 で明らかに確認された。これを堆積長と分散幅との関係で整理したのが表-2 である。表から Side Step 現象が堆積長に関係していることが判る。しかし分散幅については特に明瞭な差は認められている。この Side Step 現象も土石流の第一波では明瞭であるが第二波以降ではすでに第一波の堆積物があって堆積に影響を与えるため、Side Step として堆積区域を評価するには問題がある。

② 流量およびその継続時間の影響

流量および継続時間の影響については Case 1.2.3 にあいて検討した。土石流先端部ではピーク流量に比例して土砂が流出し、全土砂量に対しては後継流および流水の総量が影響を与えている。しかし全流量に対する全流出土砂の比は流量が多いほど小さい値を示している。

③ 渠床内不安定土砂量の多寡の影響

渠床内土砂量の多寡の影響は Case 1.4.5 によって検討した。特に大粒径の分布(現地スケール 70cm 以上, 図-4)によると Case 1 と 4 とではほとんど変わらず、渠床内土砂量の少ない Case 5 が若干小さい範囲となっている。また総土砂量についても Case 5 は少ない。土石流の平均濃度として Case 1~5 を調べてみると 22.3%, 17.0%, 36.0%, 26.7%, 13.8% であり、最大値でも 40% 程度と考えられる。実際の河谷の土石流でも 29.5% であり実験結果とよく一致している。

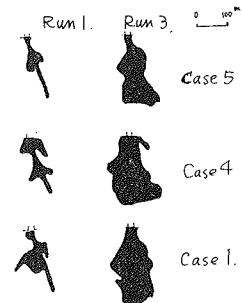


図-4. 大粒径の分布範囲

④ 堆積長と分散幅に関する考察

堆積長に関しては図-5 に示したように Run 1 については計算によって評価されるが、第二波で Side Step を評価すると危険側に入り例があり、第一波以降では土砂流の影響(後継流による)が強くてそのため Side Step の評価は妥当ではない。分散幅については前述の式から $B = 4R$ が得られ、土石流の波高 $R = 3 \sim 5$ m とすると $B \leq 20$ m が得られる。この B をもとに分散幅は $L_B = (6 \sim 10) B$ で示せることが判明しているが、実験的にも適用が可能であることが判明した。

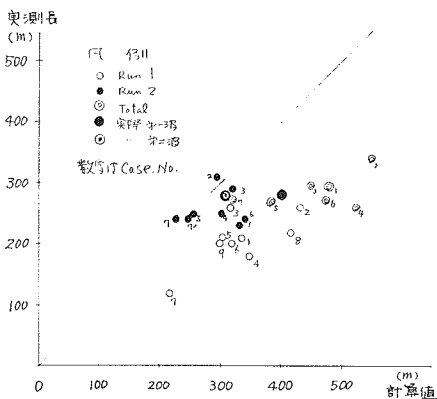


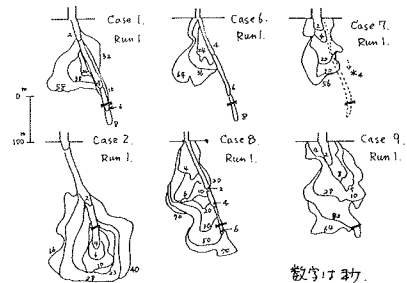
図-5. 土石流停止堆積長の検討

表-2 Side Step と分散・堆積との関係

Run	Case	Side Step	堆積長 (m)	分散幅 (m)	波高 (m)	流速 (m/s)	備考
1	1	無	212	103	4.02	2.00	No. 1
2	6	有	200	87	4.02	2.00	No. 2
3	7	有	118	89	3.10	2.00	No. 3
4	2	無	260	152	4.02	2.00	No. 4
5	8	有	218	86	4.02	2.00	No. 5
6	9	有	172	115	3.10	2.00	No. 6

(*) 経路平均流速は清水流量と波高2倍を2で割った。
 (**) $L_{B0} = 0.268$
 (***) 流下部分の土砂量10倍値
 (****) Side Step では2倍で評価。

図-3 地形(河道)の変化と土石流の堆積



数字は波高