

土石流堆積域における対策

京都大学防災研究所 正員 高橋 保
 不動産建設 正員 辻本浩史
 京都大学大学院 学生員 〇山路昭彦

1 はじめに 本研究は、土石流堆積域における対策法の1つとして、列状に配した群杭を用いることによって人家等への石れきり侵入を制御することを考え、最適な群杭の配列間隔および群杭を通過した土砂と水の処理法について実験的な検討を加えたものである。

2 実験方法 実験装置は、長さ10m深さ40cm幅10cmの上流側水路(溪流部)と長さ14m深さ30cm幅180cmの下流側水路(堆積部)とからなっており発泡スチロールを敷いた路床には粗度は施していない。なお、上流側水路の勾配は20に固定している。

下流側水路には、図1に示す各種の群杭を上流側水路の右岸側壁の延長上に70cmにわたり取り付け付けた。表1のRUN 9~12においては、群杭の外側にこれと平行に導流堤を設けた。RUN 14, 15は、上流側水路出口から下流側にそれぞれ25cm, 15cmの区間だけ群杭を不透過の導流堤におきかえた場合で、RUN 16は群杭にかわり70cmの導流堤を設けた場合である。表1中の θ は下流側水路の勾配、群杭の欄は群杭の種類、距離の欄は群杭と導流堤との間隔である。上流側水路出口から1m上流側に、高さ10cmの堰板を設け、ここより更に上流側へ2mにわたり厚さ10cmで敷いた混合砂を浸透流で飽和させ、その後毎秒1.5Lの水量を15秒間供給し土石流を発生させた。群杭周辺部における石れきりの流動特性および土石流の堆積過程をそれぞれ高速度ビデオカメラと通常のビデオカメラで収録し画像解析を行なって求めた。

3 実験結果 群杭その他を施していないRUN 13と比較しながら、まずRUN 1~8について考察を加える。表2は、群杭を通過した土砂の平均粒径(d_m)、中央粒径(d_{50})および40%粒径(d_{40})を示し、表3は、全堆積土砂量(V)、群杭を通過した土砂量(V_p)および V_p/V を示している。最終堆積範囲は群杭を施したにもかかわらず堆積土量的な問題を別にすれば、RUN 13と大差はなかった。RUN 3, 4を除けば、 d_{50} は7mm以内におさえられており、群杭によって大きな砂れきはふるい分けられたこと

RUN	θ (°)	群杭	距離 (cm)
1	3	A1	8855
2	3	A2	
3	3	A3	
4	3	B	
5	1	C	
6	3	C	
7	3	C	
8	5	C	
9	3	D	
10	1	C	
11	5	C	
12	1	C	
13	3	C	
14	3	C	
15	3	C	
16	3	C	

表1 実験条件

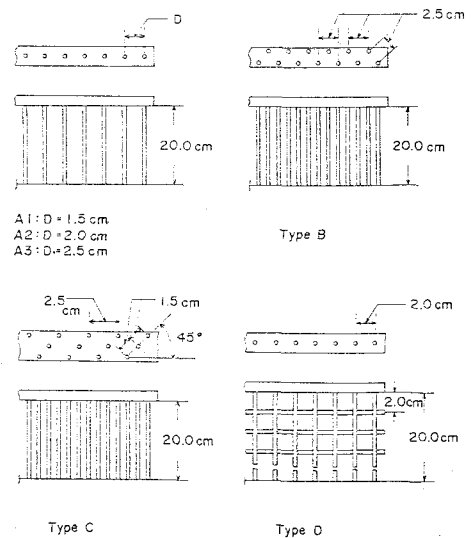


図1 群杭の型式

Tamotsu TAKAHASHI, Hirotsumi TSUJIMOTO, Akihiko YAMAJI

が認められる。特にRUN 5～8においては粒径が小さく良好な結果が得られた。Vp/Vについてみると杭間隔の広いRUN 2～4では、群杭を土砂がほとんど通り抜けるけれども20%前後の値となった。RUN 1およびRUN 5～8では、Vp/Vは15%以下となり土量的には何も施していないRUN 13の半分以下におさえることができ、かなり効果があると認められる。

RUN	d _m (mm)	d ₅₀ (mm)	d ₉₀ (mm)
1	3.1	2.8	8.6
2	3.1	2.8	8.9
3	4.1	3.8	10.1
4	3.5	3.5	10.0
5	2.8	2.5	5.5
6	2.5	2.2	6.5
7	2.7	2.4	7.6
8	3.1	2.7	8.2
13	3.3	4.1	13.7
14	3.1	2.5	8.2
15	2.4	2.2	7.0
*	3.6	3.0	12.0

スリット型砂防ダムにおいてスリットが開く条件は、スリット幅を b 、土石流の最大粒径を d_{max} とすれば、 $1.5 \leq b/d_{max} \leq 2.0$ である。しかし本実験で用いた1列の群杭では、最大粒径(20mm)より小さい1.5cm間隔のRUN 1のみ効果があった。これは、スリットダムにしろ群杭の土が粒子同士がアーチアクションを起こしにくいのに加え、一旦形成されたアーチは群杭の場合側方から荷重がかかるため破壊されやすいことが原因と考えられる。

* 実験に用いた混合砂

表2 粒径

RUN	V (cm ³)	V _p (cm ³)	V _p /V (%)
1	12175	1800	14.8
2	16250	3200	19.8
3	19200	4825	25.1
4	14140	3485	24.6
5	17100	1740	10.2
6	15710	1850	11.8
7	14930	1910	12.8
8	16430	1975	12.8
9	13860	995	7.2
10	15450	830	5.4
11	11280	935	8.3
12	18800	1085	5.8
13	16570	5350	32.3
14	15675	615	3.9
15	14550	590	4.1
16	15500	0	0.0

図2にVp/Vの時間変化を示す。これをもとにRUN 6について、堆積過程の特性を考察しよう。T=6秒まではVp/Vはほとんど0%で、群杭から砂れきが流出しておらず、れきが杭の間にはさまり砂の流出を阻止し堆積が段状になっていることがビデオより観察された。T=10秒になると杭をはさんだ左右における堆積厚の差も大きくなり、細かい砂が段の上から落下するように群杭の間から流出し、以後これによる堆積が進行する。

表3 堆積土砂量

T=10秒前後における土砂の流れは、細かい砂が多くしかも上流側水路出口付近群杭側に集中していることから、この部分での流出をたさなければ群杭を通過する全土砂量を大幅に軽減することができるとと思われる。そこで最も効果のあったRUN 5～7のかすみ状の群杭方式を基礎にした二つの方法をみる。群杭と平行に導流堤を設ける方法(RUN 11, 12)と群杭の一部を不透過の導流堤におきかえる方法(RUN 14, 15)を検討した。RUN 9～12においては、土砂を排出するに足る掃流力が流路中で十分に得られずここに土砂が堆積し厚さも厚くなり補助的な意味での導流堤では不十分であることがわかった。RUN 14, 15においては、堆積範囲が狭くなり本実験では最も良好な結果が得られた。

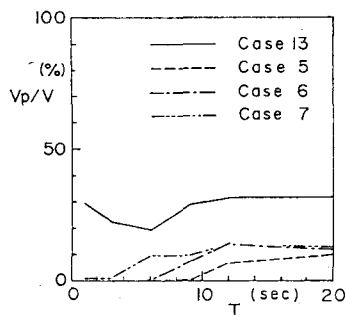


図2 時間変化

今回行なった実験範囲内では10～5%なる下流側水路勾配の変化および群杭の付着に対しては上流先端の最大到達距離はほとんど影響を受けなかった。

なお、おわりにに、本実験では、行なったケースが少なく群杭の配列の方法など改善する余地も多く残されており、実際の土石流対策に利用可能なものとすべく更に検討を進めてゆかねばならない。

参考文献) 池谷 浩, 上原信司: スリット砂防ダムの土砂調節効果に関する実験的研究