

はじめに

近年、土石流等による土砂災害が多発しているが、このような土石流災害地の現地調査を行なうと巨礫と共に流木が目につく場合が多い。これらの流木は崩壊地や溪岸あるいは溪床等において、土石流によって運搬されたもので、崩壊地や溪岸あるいは溪床等に立木があるとそれが抵抗となり、崩壊や土石流が発生しにくく、また、発生してもこれらの立木が抵抗となり、土石流が停止する場合も考えられる。しかし、これらの立木が一担土石流のみ込まれて流下するとこれらの橋脚や暗渠に引っかけ、あるいは流路をせき止めて氾濫の直接の原因となることも考えられる。このような土石流中の流木の運動についての調査研究例は少なく、流木の運動機構は解明されていないのが現状である。そこで、土石流中における流木の運動について実験的検討を行なった。

1. 実験施設及び実験概要

実験は直線水路と扇状地模型を用いて実施した。直線水路の実験は、幅20cm、長さ5mの断面アクリルの木製水路を17.2°の勾配に設置し、水路内に最大粒径16mm、最小粒径0.6mm、平均粒径6.33mmの混合砂を敷き詰め、上流端より流量2ℓ/secを給水して土石流を発生させた。流木は、1本ずつ投入した場合と水路内に立てておいた場合の2種類とし、流下状況をモータードライブカメラ及びVTTRカメラによって記録した。扇状地模型の実験は、上流水路が幅20cm、勾配15°、下流扇状地の勾配は約10°で、土石流と共に流下して来た流木が扇状地でどのような挙動をするかを観察した。

2. 実験結果及び考察

2.1 直線水路における流木の挙動

図-1は土石流のフロント速度と流木の流下速度について調べたものである。水路内に立ててある場合(図-1.1)は、土石流のフロントが立木の位置に到達すると順次おたおさされて、底面近くにおいて土石流フロントより遅い速度でゆるくり流下する。その後、徐々に表面へ移動して行き、表面に現れりと後続流の速い流れに乗って土石流フロントへと運ばれる。土石流フロントにおいて流木は土石流フロントの中に取り込まれてフロントと共に流下する。1本ずつ投入された流木(図-1.2)は、後続流の速い流れに乗って土石流のフロントへと運ばれ、フロントと共に流下する。これから、流木は土石流フロントに集中してくることがわかる。また、この結果から土石流フロントと後続流ではかなりの流速の差が生じていることがわかる。そこで土石流のフロントと後続流について流速分布を調べた(図-2)。フロント部の速度は後続流に比較して遅く、

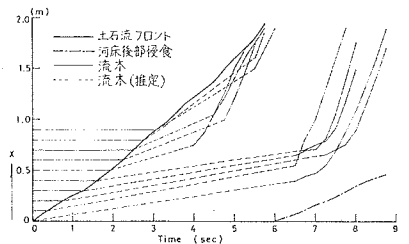


図-1.1 土石流フロントと流木の速度(立てておく)

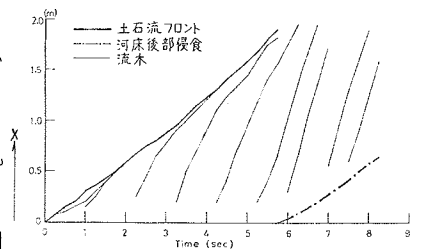


図-1.2 土石流フロントと流木の速度(投入)

その速度分布も比較的一様に近い形状である。これに対して、フロントから1秒後(約30cm)になると表面付近の流速が125cm/sと速くなり、底部へ向うほど遅くなり、ていそこの分布は比較的直線形をなしている。またフロントから2秒後(約60cm)になると、表面側の約半分は125cm/sと速度が速くしかも一様になっており、分布形が中間点付近で急変するのが特徴的である。また図-3は土石流のフロント付近にある礫の動きを、フロントの位置と礫

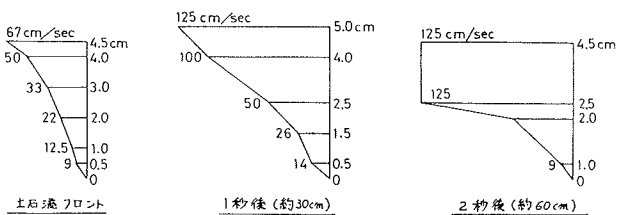


図-2 土石流の速度分布

の位置の関係として表わしたものである。フロント近くの表面付近にある礫はあまり位置を変えず他の礫ともみ合いながら流下していく。また移動層の中間部付近にある礫はフロントから徐々におくれしかも底面の方へやられる傾向がある。このような礫は、流下時間が長ければ、後続流によって再びフロント付近へ運ばれると考えられる。

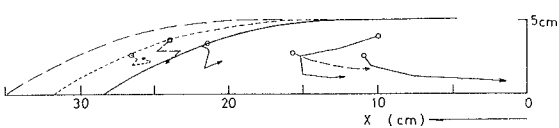


図-3 土石流フロントの礫の動き

2.2 扇状地模型での実験

扇状地での流木の動き及び堆積状況を調べるため扇状地模型を用いた実験を実施した。なお流木は水路内に立てておいた場合について行った。図-4は実験終了後における土石流の堆積状況と流木の位置の関係を示したものである。上流の水路の中を流下してきた土石流は扇頂部で停止、堆積を開始するが、通水開始から20秒頃までは扇状地内の流路内を流下していき、それ以降は氾濫して扇状地内を直進する。フロントと共に流下してきた流木の一部は扇状地内の流路内を流下して行き、湾曲部内湾側に停止する。これはこの位置で土砂堆積が生じているためである。また、はきりとした流路のない湾曲部では土砂と共に流木も外湾側へおしやられるため、外湾側に多く堆積するであろう。20秒以降土石流が氾濫を開始してから後続流を運ばれて来る流木は扇頂部付近で主流からはずれはじめ徐々にはしに送られる。

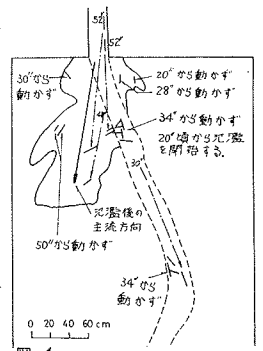


図-4 扇状地での土石流と流木の堆積

3. 流木対策に関する予察

土石流中の流木の挙動について知、たうえで流木対策を行なう必要がある。前節で述べた結果のように流木が土石流フロントに集中すれば、この対策としてスリットダムや格子ダム等のオープンダムが有効な手段となるであろう。通常の砂防ダムでは本ダムの水通し天端にスリット等の流木止めを設ける場合もあるが、この場合、土石流の直撃を受けてこれらの施設が破壊される場合も考えられる。土石流の速度が、砂防ダム落下後に減速するとすれば副ダムにこれらの施設を設けた方が望ましい。図-5は砂防ダムの上下流での速度の変化を検討したものである。本ダムより30~40cm間(ダム高によって変わる)は落下の影響を受けてやや速度が増し、その後一部ではやや速度の減少がみられる。

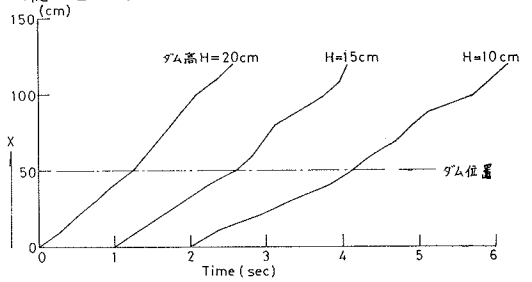


図-5 砂防ダム上下流の速度変化の検討

この場合、土石流の直撃を受けてこれらの施設が破壊される場合も考えられる。土石流の速度が、砂防ダム落下後に減速するとすれば副ダムにこれらの施設を設けた方が望ましい。図-5は砂防ダムの上下流での速度の変化を検討したものである。本ダムより30~40cm間(ダム高によって変わる)は落下の影響を受けてやや速度が増し、その後一部ではやや速度の減少がみられる。