

宮崎県の台風13号による風倒木発生に伴う土木流災害防止に関する実験的研究

宮崎大学農学部 ○高峰光一・谷口義信
日本気象協会宮崎支部 瀬戸口隆

1. はじめに

宮崎は1993年9月戦後最大級といわれる台風13号による襲来で大きな被害を受けた。その特徴は、風による都市部での甚大な家屋災害と、山間部で1991年台風17号および19号による九州北部と同様、東郷町および南郷村において大きな風倒木災害を起こしたことである。これによって宮崎県でも今後集中豪雨時に土木流といわれる2次災害の発生する危険性が強く懸念されている。そのため地域住民からは林野庁、建設省をはじめ県市町村に対しては緊急な対応が強く迫られている。

本研究は現時点で即座にこの土木流災害を防止するためにいかなる方策を考えればよいかを追究するものである。ここではその1つの方法として底面水抜きスクリーンダム工法の応用を考えるものである。昨年度はこれによって水と流木の速やかな分離が図られることを追究したが、今年度は底面水抜きスクリーン型ダムに作用する力がスリット型ダムに比べてどの程度軽減されるのか、その実用化に向けてさらに実験的研究を進めた。

2. 風倒木

1993年9月、宮崎県は台風13号に襲われた。このときの宮崎市の最大瞬間風速は58 m/secであった。そのため宮崎県ではいたるところで風倒木災害が発生した。特に林業圏の東郷町、南郷村はその被害が顕著であった。風による折損木被害面積は東郷町が111ha被害額2億3000万円、南郷村が115ha被害額2億9000万円であった。これまでもたびたび指摘されてきているように、風倒木災害は、林木被害のみにとどまらず、土層攪乱による斜面強度の低下が、土木流といわれる2次災害を引き起こす危険性が非常に高いことである。そこで風倒木によって、斜面がどの程度の影響を受けたかを知るために、風倒木斜面と正常斜面

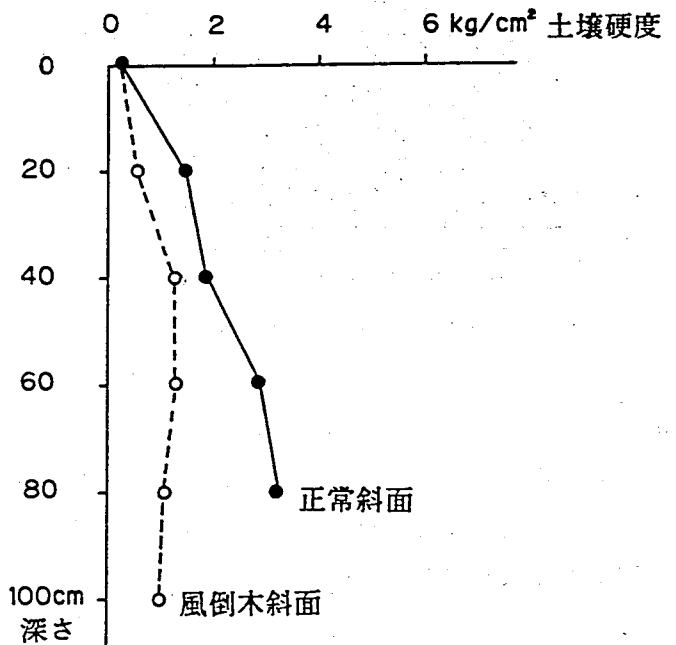


図-1 正常斜面と風倒木斜面の土壌硬度

の土壌硬度の調査結果を示したのが図-1である。これから明らかなように、風倒木斜面では正常斜面に比べて土壌硬度がかなり低下しているのがわかる。これは明らかに土層が風によって攪乱作用を受けた結果であり、それだけ強度は落ちていることを意味する。これをさらに降雨との関連からみ

るために、風倒木斜面と正常斜面の土壌の透水係数の測定結果を示したのが図-2である。これからも風倒木斜面は透水係数が高く、それだけ水を浸透させ易くなっていることがわかる。これはそれだけ土壌構造が粗になったことを意味し、上述の土壌硬度の低下とも対応している。これらのことから風倒木斜面では土木流災害発生の危険性が非常に高いことが知れる。

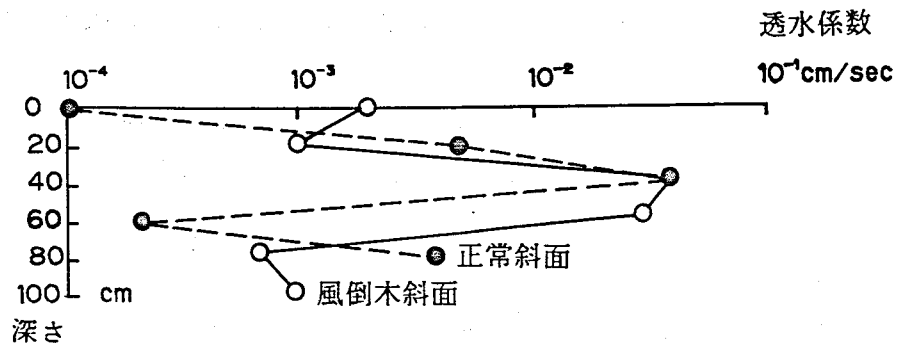


図-2 正常斜面と風倒木斜面の透水係数

3. 実験方法および実験結果

実験装置は幅図-3に示すように、幅20cm、長さ20cmの底面水抜きスクリーンダムと同諸元のスリットダムを勾配20°の水路に取り付けたものである。ここに水抜きスクリーンダムは水路底面と平行の勾配20°とし、スリットダムは水路底面に直角となるように設置した。スクリーンお

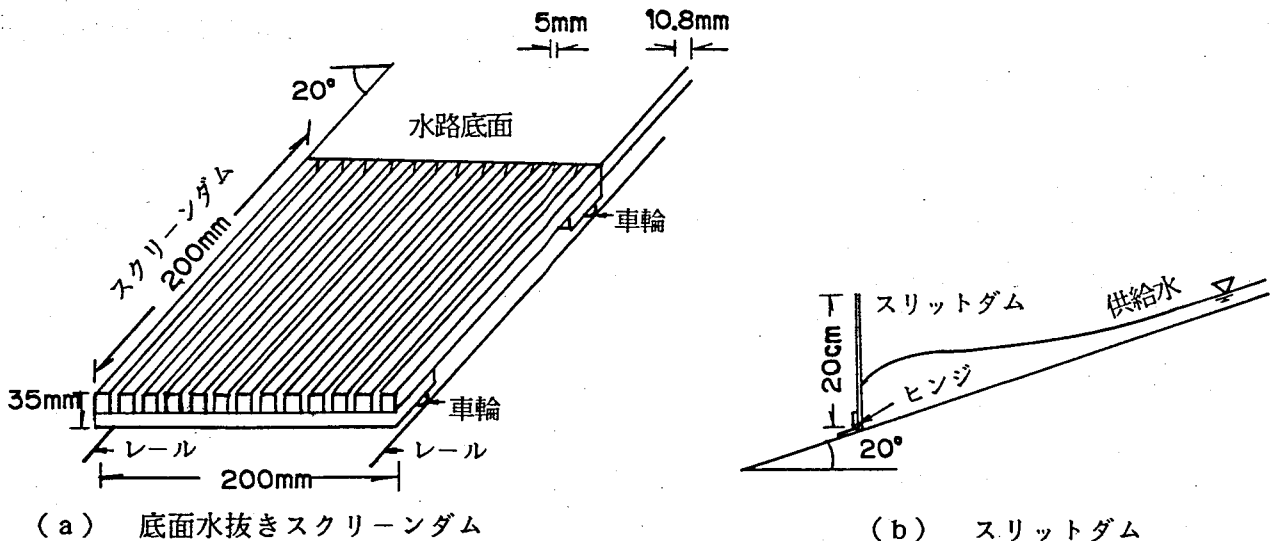


図-3 模型ダム

よびスリットの格子間隔は5mmとし、20cm幅の中に13本の格子を配置した。なお水抜きスクリーンダムはこれが水路底面上を自由に動きうるように車輪をつけ、これをレール上に設置した。そしてこの下流端に応力センサーを取り付け、これによってこのスクリーンダムに作用する流木の力が測定できるようにした。一方スリットダムは水路底面にヒンジで固定してあるが、下流側方向には自由に回転できるようにしてある。この天端に応力センサーが取り付けられてあり、これによってスリットダムに衝突したときの流木の衝撃力が測定できるようにしてある。模型流木には直径が5mm、長さが12.5cmの竹材を用いた。全供給水量は1.0、2.0、3.0ℓの3種類とした。また模型流木は底面水抜きスクリーンダムから1.5mのところ、水路内の横断方向全面にわたって、材軸方向が水路方向と一致するようにして集団状に配置した。これに清水段波を与えて流木を発生させる

わけであるが、清水段波は上述のそれぞれの水量をバケツで一気に放水して発生させた。水の投入位置は模型流木の配置地点のすぐ上流とした。

ビデオカメラを用いて、底面水抜きスクリーンダム上の流木およびスリットダムに衝突するときの流木を撮影し、これをテレビ画面上で読み取り、その解析を行った。読み取り結果を示したのが図-4である。また流木の読み取り速度を示したのが表-1である。ここに速度は、個々の流木速度ではなく、集団流木の速度である。

4. 考察

本来山崩れや土石流などの自然災害は突発性の不確定型災害であると言える。すなわち災害発生場所はある広さの面積を基本単位とした確率的予測を行うしかない。したがって土木流災害防止に対しては、全風倒

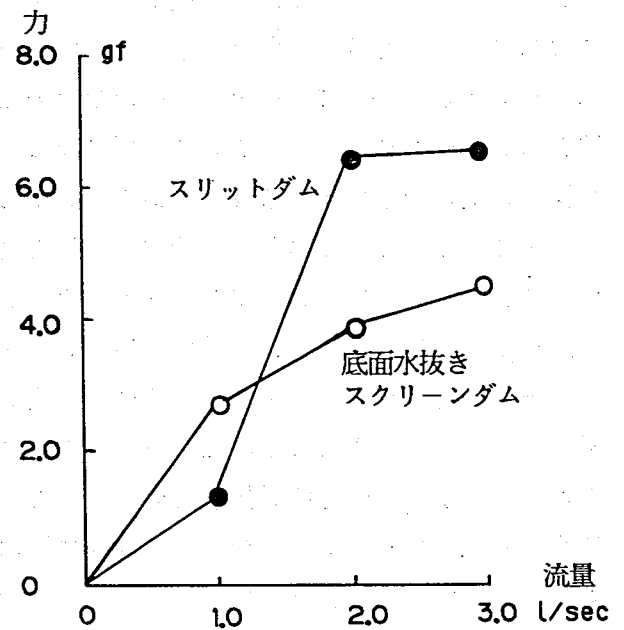


図-4 ダムに作用する流木の力

表-1 流木の速度

実験 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
流量 (l)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
流速 (m/sec)	1.29	1.13	1.06	0.80	0.75	0.92	0.92			
流量 (l)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
流速 (m/sec)	1.50	1.80	2.25	2.00	1.80	2.00	2.25	1.80		
流量 (l)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
流速 (m/sec)	1.71	1.71	1.20	1.33	1.33	1.50	1.50	1.33	1.71	1.50

木を取り除くのが最も有効な方法である。しかし現在の林業が置かれている危機的状況と農山村の労働力不足を考えると、これら大量の風倒木を今年の梅雨期までに処理することは到底不可能である。ただここで土木流災害に対して逆の考え方をすれば、放置しておけばこれら風倒木は豪雨により、必然的に土木流となって流出するであろうから、労働力不足の深刻な山村の社会的背景を考えれば、風倒木をある1点に集めるまでは土木流自身のエネルギーを利用して、流木を溪流に流し、ここで集められた流木を機械力によって処理すれば、下流河川における土木流災害は未然に防止できるはずである。したがってこうした災害の防止には、ある1点で流木の捕捉を行うことが最も重要であり、その

ために底面水抜きスクリーンダムの応用を考えるものである。すなわち水と流木をスクリーンによってまず分離してから、1点で捕捉して災害を防止しようとするものである。なぜならば従来の防止法ではスリットの目詰まりが起こり、その結果ダムアップされれば、一気に満水状態となり、後続の流木はダムから越流して、ほとんど捕捉効果のなくなる危険性が十分考えられるが、これに反し底面水抜きスクリーンダムでは、ダムアップの起こる危険性は非常に少ない。すなわち後続の流木に対しても捕捉効果の低下は起こらないであろう。また底面水抜きスクリーンダムは水路底面と平行なフラット構造であるので、流木などの衝撃力は鉛直遮断型のスリットダムに比べるとかなり小さくなると考えられ、したがって主としてせん断摩擦のみを外力として考慮すればよいことになるであろう。

図-4から知れるように、流量が少ないときは、スリットダムの方が流木の作用力は小さい。これは表-1の結果からも明らかなように、流量が少ないときは流速が小さいため、これと直接関係する衝撃力が小さくなるためと考えられる。これに対して底面水抜きスクリーンダムでは流量に関係なく、供給水量の水路底面方向重量成分の全力がこのスクリーンダム上にかかるためである。しかし流量が多くなると、スリットダムの方が圧倒的に流木の作用力は大きくなる。これは表-1の結果からみても、流量1割よりも2割の方が流速がかなり大きくなっていることから容易に理解できる。しかし3割になると、スリットダムでは流木の作用力はそれほど大きくなってはいない。これを表-1の結果と対比してみると、2割の場合に比べて、3割の場合の流木の速度は逆に小さくなっていることに起因しているようである。その原因として考えられるのは、流量が多くなると、フロント部では流木の集合化が顕著となり、大きな山を形成するが、その分だけ速度低下が起こるようである。そのために流木集団としての速度は小さくなり、衝撃力も小さくなるものと考えられる。

ここで各流量におけるスリットダムに対する底面水抜きスクリーンダムの流木の作用力比を求めると、表-2のようになり、流量の少ない場合を除けば、スリットダムの方が底面水抜きスク

表-2 底面水抜きスクリーンダムとスリットダムの流木の作用力比

流量 (1)	作用力比
1	2.1
2	0.60
3	0.69

リーンダムよりもかなり大きな力が働く。すなわち底面水抜きスクリーンダムは、強度的にはスリットダムの6~7割の設計基準でよいようであり、これからすると、土木流災害の防止に対しては、風倒木自身を用いた小規模の底面水抜きスクリーンダムで対応できるのではないかと考えられる。

5. まとめ

1993年9月宮崎県は台風13号の襲来で大きな被害を受け、東郷町、南郷村では相当の風倒木災害が発生したが、風倒木斜面は正常斜面に比べて土壌硬度がかなり低下し、斜面強度の落ちていることがわかった。また透水係数は正常斜面に比べてやや高くなっており、水が浸透しやすくなっている。これは風倒木斜面では土木流災害の危険性が非常に高いことを意味している。つぎに土木流災害を防止するために、ここでは底面水抜きスクリーンダムを用いて、力学的観点から実験的研究を試みた結果、スリットダムに対する底面水抜きスクリーンダムの場合の流木の作用力比は6~7割となることがわかった。