

火山地域における土石流シミュレーションの計算条件設定時の留意点

(一財)砂防・地すべり技術センター ○太田 紘樹, 栢木 敏仁
国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 田村 毅, 石橋 浩*, 宮脇 正彦

*)2019年3月末時点

1. はじめに

火山地域の特徴として、噴火が発生した直後と噴火が沈静化して数年が経過した場合では、山体への火山灰の堆積等の有無で流域状況が異なることが挙げられる。特に、土石流が発生した場合は、火山噴火により堆積した火山灰が土石流に含まれるかで、流出状況に影響を与えることが考えられる。このような土石流の発生時に、影響範囲の把握や砂防施設の効果等を把握するための手法として、土石流シミュレーションを使用することは有効である。土石流シミュレーションに用いる計算条件については、再現計算や土質調査結果を用いて設定されていることが多い。例として、雲仙普賢岳の水無川では平成5年に発生した土石流から再現計算を実施し、計算条件を設定している。しかし、噴火直後に発生した土石流は海岸部まで広く土砂が堆積したのに対し、近年の土石流は、上流域での土砂の堆積が顕著であるような状況が見受けられた。

本検討では、雲仙普賢岳の水無川の例を参考とし、既往の計算条件を用いた時の計算結果の違いについて、火山地域の特徴を踏まえて、今後火山地域で土石流シミュレーションを実施する際の留意点について整理する。

2. 既往の計算条件

平成5年に発生した土石流の内、土石流の発生に起因した6降雨(平成5年4/28,6/13,6/18,6/22,7/4,7/16)を対象に、氾濫範囲を検討している。当時設定された計算条件は表1である。

表1 既往の計算条件

項目	記号	記号	単位	数値
泥水密度	ρ	g/cm ³	1.2	平野他(1993)より
砂礫密度	σ	g/cm ³	2.31	密度試験結果より
土石流の代表粒径	dm	cm	10	粒度試験結果より
堆積語の土砂濃度	C _*	-	0.6	一般的な数値
砂礫の内部摩擦角	ϕ	°	12.4	土砂濃度から逆算

3. 土砂の堆積状況の比較

水無川流域の赤松谷左支渓では、水無川流域内で最も土砂移動が活発な溪流である。近年では、平成26年に赤松谷床固工群で除石が実施された後に、平成27年で2回、平成28年で1回の土石流が発生した。平成26年度と平成29年度に撮影されたオルソ画像での土砂堆積状況の比較として、図1と図2に示す。



図1 平成26年度の初期河床(出典：雲仙復興事務所)

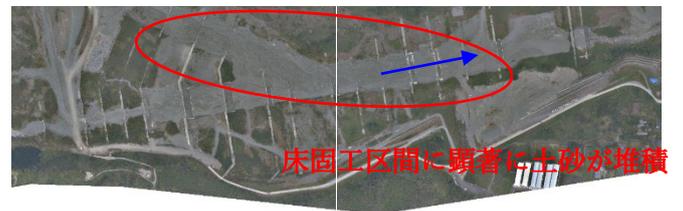


図2 平成29年度の初期河床(出典：雲仙復興事務所)

図1と図2に示すように、近年の土石流は、床固工区間で顕著に土砂の堆積が確認される状況にある。

4. 感度分析による計算結果の違い

平成27年度と平成28年度に発生した土石流条件を用いて、平成29年度の土砂堆積状況を再現してみた。使用した数値計算モデルは、(一財)砂防・地すべり技術センターが保有する計算ソフト New-SASS を用いた。土石流条件として、既往の調査結果から把握されている流出土砂量と発生時期を踏まえて、土石流発生時期の降雨から流出解析を行い、作成した清水ハイドログラフのピーク時に土石流が発生すると仮定した。作成した土石流ハイドログラフを図3に示す。

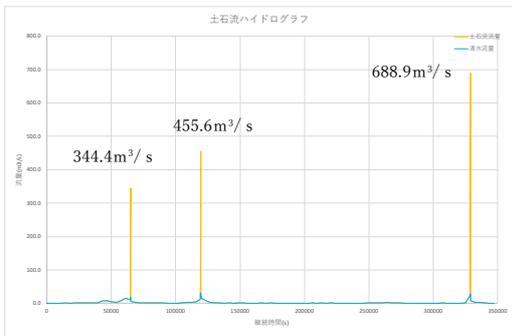


図3 土石流ハイドログラフ(赤松谷川左支溪)

ここで、既往の計算条件を踏まえて土石流シミュレーションを実施した結果を図4に示す。

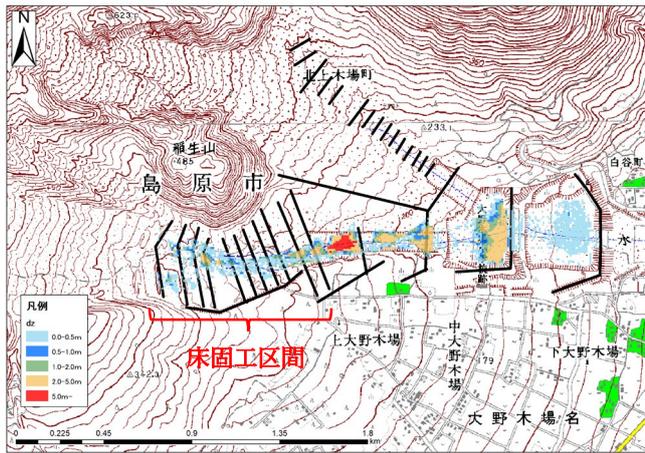


図4 内部摩擦角12.4°での土砂堆積

既往の計算条件を使用した計算結果では、床固工区間より下流での土砂の堆積が顕著であることがうかがえる。ただし、計算結果より作成したH26年度及びH29年度の初期地形の縦断図と結果を重ねてみると、土砂の堆積が反映できていないことが確認できる。

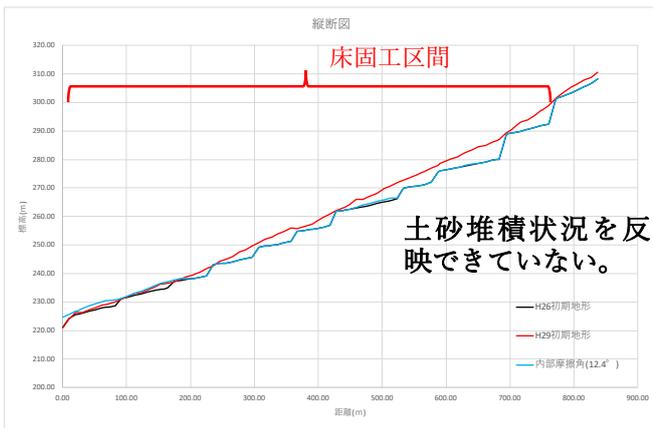


図5 縦断図(H29初期河床位との比較)

近年では、水と細粒成分が一体となって流下するとして流体密度 ρ を変化させる考え方が提案されている^{1),2)}が、対象地域の当時の考え方では内部摩擦角 ϕ を小さくして細粒成分を考慮している。そのため、本検討で

は内部摩擦角を $\phi = 30^\circ, 26^\circ, 22^\circ$ の3パターンで、感度分析を実施した。

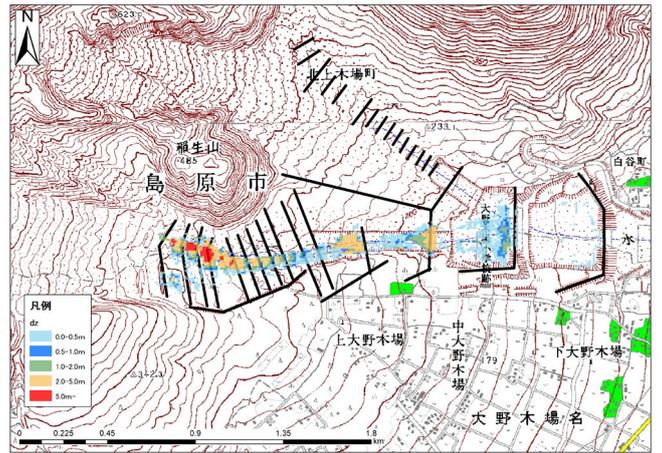


図6 内部摩擦角 $\phi = 22^\circ$ で計算結果

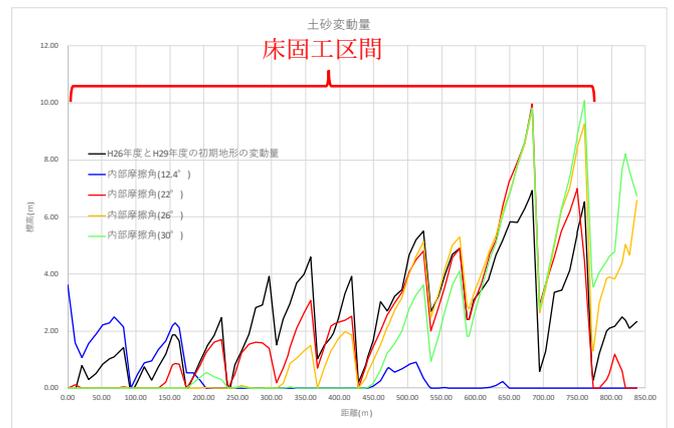


図7 土砂変動量による堆積土砂の変動

結果より、平面図や縦断図より確認される土砂堆積状況を確認すると、既往の計算条件での内部摩擦角 $\phi = 12.4^\circ$ より、内部摩擦角 $\phi = 22^\circ$ の結果の方が、近年の土砂堆積状況に近い結果となる。このように、噴火活動が沈静化している火山地域においては、噴火活動が活発な時に設定された計算条件を用いても、土石流の流下状況を反映できない結果となる。

5. まとめ

以上のように、火山地域で土石流シミュレーションを実施する場合においては、既往の計算条件にとらわれずに対象地域における河床勾配や粒径分布等の流域特性について把握することに留意する必要がある。今後は、計算条件の設定の参考となる調査結果についても最新のデータに更新していくことが望ましいと考えられる。

【参考文献】

- ・1)中西ほか：火山地域の細粒土砂を多く含む土石流の数値シミュレーション，平成29年度砂防学会研究発表会概要集，Pa-47,2017
- ・2)西口ほか：深層崩壊に起因する土石流の数値シミュレーション，平成23年度砂防学会研究発表会概要集，06-08,2011