

鹿児島県船石川における土石流計算条件の設定方法

(財)砂防・地すべり技術センター ○小川浩一、中野泰雄、安田勇次、嶋大尚
鹿児島県土木部砂防課 伊藤仁志、小川和久、北園哲也、門前信一

1. はじめに

土石流危険渓流で計画される対策施設の効果を数値計算によって検証・評価する場合、ハイドログラフ、平均粒径、内部摩擦角等を設定する必要があり、その中でもハイドログラフの設定が最も重要な計算条件の一つとなる。物理的には、土石流のハイドログラフは降雨と流量をもとに設定するのが一般的であるが、流量観測が実施されている土石流危険渓流は少ない。また、地下水等の影響が大きい場合、降雨に基づくハイドログラフを設定できない。そのため、実用的には発生した土石流総量から経験的な方法によりピーク流量及びハイドログラフを算出している。

本発表では、経験的な手法で求めたハイドログラフを用いて実現象を再現できるかどうかを検証する。検証対象現象は平成 22 年 7 月 4 日～8 日に鹿児島県南大隅町船石川で発生した 7 波の土石流とした。この土石流は、第 4 波を除き無降雨時に発生した地下水の影響が大きな現象であり（図 1）、かつ、発生した 7 波までの土石流の中に 3 回もの地形データ（縦断及び土砂堆積量）を計測しているなど、経験的に求められたハイドログラフの実用性の検討に適していると考えられる。

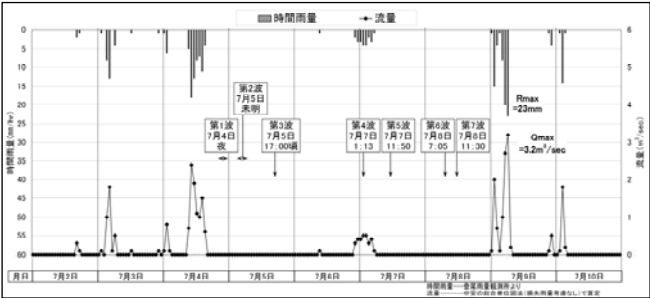


図 1 降雨と土石流の発生日時

2. 船石川及び対象災害の概要

2.1. 船石川の概要

船石川は、鹿児島県の大隅半島の南西部に位置し、流域面積＝0.28km²、主な地質は溶結凝灰岩である。同箇所では、平成 19 年 7 月にも土石流が発生しており、その復旧工事として、1 号堰堤の嵩上げ・補強工事及び 2 号堰堤、3 号堰堤の新設工事が実施されていた（表 1）。

表 1 船石川の施設概要

堰堤名称	寸法諸元	貯砂容量	完成年
1号堰堤	H=7m,L=79m	27,000m³	H21.10
2号堰堤	H=14m,L=73m	16,000m³	H21.10
3号堰堤	H=13.5m,L=48m	3,000m³	H22.7現在施工中



図 2 船石川の全景

2.2. 対象災害の概要

2.2.1. 土石流の発生日時

今回の災害では、図 3 に示す期間に 7 波の土石流が発生しており、その間 3 回の地形データが取得されている。

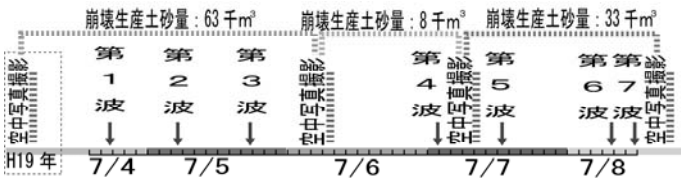


図 3 土石流の発生日時

2.2.2. 各堰堤の堆積状況

地形測量を行った 3 時期（7/6, 7/7, 7/22）の河道縦断図を図 4 に示す。また、国総研等の調査結果から、2 波までは 2 号堰堤で、3 波までは 1 号堰堤でそれぞれ捕捉され、4 波以降で下流での氾濫被害が生じたこともわかっている。

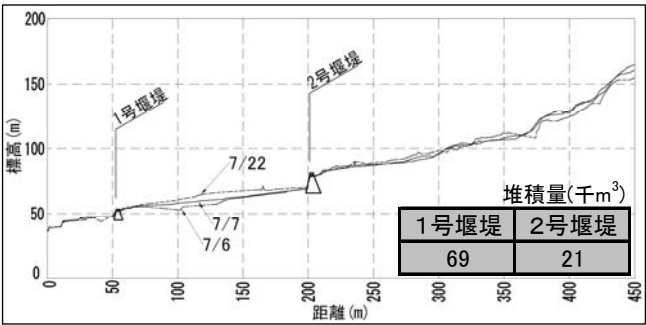


図 4 3 時期の土砂堆積状況

2.2.3. 7波の土石流の生産土砂量

災害前と地形測量を行った3時期の地形標高の差分を行い、各土石流による生産土砂量（崩壊・侵食）を把握するとともに、国総研等の調査結果を踏まえて各7波の土石流の生産土砂量を表2に示すとおり推定した。

表2 想定した各土石流での生産土砂量（千 m^3 ）

	1波	2波	3波	4波	5波	6波	7波
土砂量	15	15	33	8	11	11	11

3. 再現性の検証

3.1. ハイドログラフの設定

各土石流における生産土砂量から経験的な方法によりピーク流量及びハイドログラフを推定できる「土石流・流木対策指針」の方法を用い、①式で土石流ピーク流量を設定し、ハイドログラフのトータル流量が土石流の総流量となる三角形ハイドログラフを作成した。

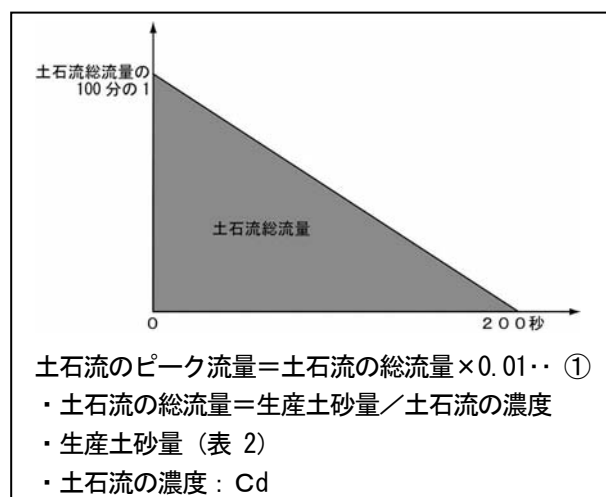


図5 ハイドログラフの設定方法

3.2. 数値シミュレーションパラメータの設定

数値シミュレーションを実施する上で必要となる主なパラメータは下記の3つであり、実現象を再現できるようにキャリブレーションを行い設定した。

①土石流の内部摩擦角（ ϕ ）：第1波～第7波の土石流を統一的に同じ内部摩擦角で表現できることが望ましいが、土石流の堆積状況に影響することがわかったため、堆積状況と整合を図れるように一般的範囲内で最適な値を各土石流に設定した。

②土石流の濃度（Cd）：主に下流への流出量に影響することがわかったため、下流への氾濫量を再現できるように一般的範囲内で最適な値を各土石流に設定した。

③平均粒径（d）：他のパラメータに比べ検証結果に影響が少なかったため、現地調査より5cmと設定した。

3.3. 土砂堆積形状の再現性

土砂堆積形状の再現性は、航空測量成果がある3時

期の堆積（縦断）形状及び堆積量で評価を行った。

経験的な手法によって導かれたハイドログラフ及び内部摩擦角、土砂濃度、平均粒径を各波の土石流に設定し数値シミュレーションを行った結果、図6～図8に示すように、3時期の堆積（縦断）形状及び堆積量について、良好な再現性を得た。

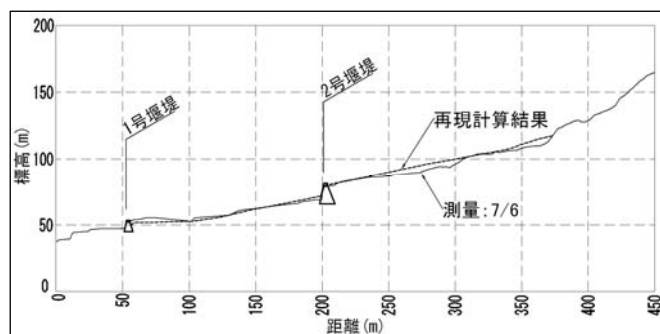


図6 7/6 測量地形との比較（第3波）

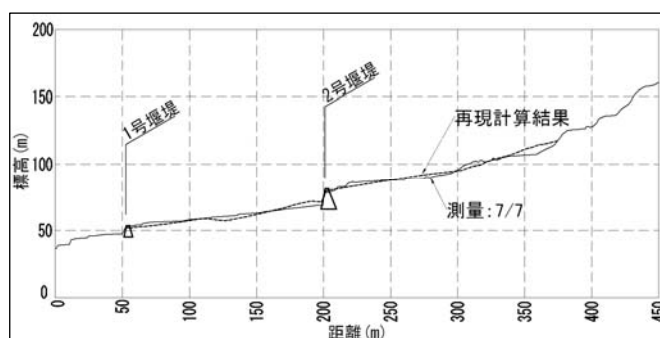


図7 7/7 測量地形との比較（第4波）

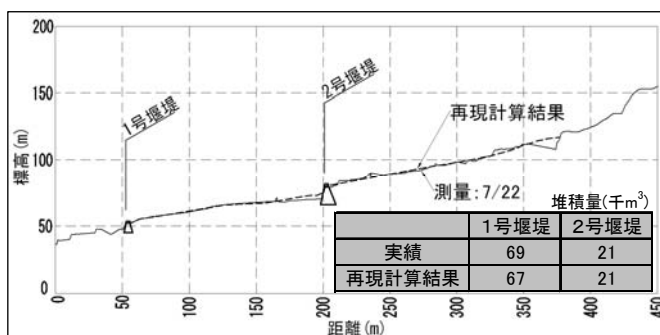


図8 7/22 測量地形との比較（第7波）

4. おわりに

発生した土石流から経験的な手法によって導かれるハイドログラフを用いることで、船石川で発生した7波の土石流の堆積形状及び堆積量ともに再現可能であることがわかった。

このことから、経験的手法で求めたハイドログラフで現象の再現が可能であることがわかったため、土石流危険渓流で計画される対策施設の効果を数値計算によって検証・評価を行う場合、経験的な手法によるハイドログラフを用いる。

一方で、流量に起因した土石流も当然考えられるため、流量観測を行うことも重要であり、小溪流での流量観測の手法の確立も今後の課題であると考えられる。