

# 99 火山地域の扇状地における土石流対策施設に関する模型実験

建設省土木研究所 ○小山内信智 南哲行 竹崎伸司  
 建設省九州地建大隅工事事務所 児玉大善 井之上秋秀  
 京都府立大学農学部 石川芳治

## 1. はじめに

鹿児島県桜島東部の黒神扇状地においては土石流による大量の土砂流入により扇面が上昇しており、長期的には扇状地外への土砂の氾濫が懸念されている。そのため、扇状地における適切な土砂処理手法を水理模型実験により検討した。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験手法

桜島は活火山地域であり、黒神扇状地に流入する土石流は発泡性に富んだ火山噴出物（ボラ）を多く含み、また流水中に多量の火山灰が混入するという特徴を持つため、実験において現地と同じ土砂濃度で実験砂を流下させることは困難である。そこで、実験では細粒土砂分含有による流水密度の増加および礫の密度差分をフライアッシュを最大限混入させ、さらに水量を増加させることで調整し、所定の土砂量を供給して総土砂量を一致させる方法で行うこととした。

また、実験材料の密度が現地と異なることによる掃流力の違いを、無次元掃流力が一定になるように水深を定めるという手法で対処することとした。

$$\text{すなわち、} \tau_*^2 = u_*^2 / (\sigma / \rho - 1) g d \text{ より } \tau_* = h \cdot I / S \cdot d$$

したがって、現地河床材料と模型縮尺の関係は、 $hr = Sr \cdot dr$  ( $hr$ ; 水深の縮尺比、 $Sr$ ; 礫の流水中の密度の縮尺比、 $dr$ ; 粒径の縮尺比) となるようにする。

### 2.2 実験条件

各支川からの流出条件は表-1に示したとおりであるが、土砂処理手法の検討は2年分の土砂を基本単位として繰り返し流出させた。総合対策の検討においては2年分の土砂流出を4回繰り返した後、計画規模の土石流を流出させた。

表-1 黒神川土砂流出対策施設 模型実験条件一覧表

対象溪流名	流量 m <sup>3</sup> /s	土砂量 (千m <sup>3</sup> )	土砂濃 度(%)	2年分の 土砂量
第1 平均規模	70	60.2	46.3	903.0
	160	146.7	46.3	293.4
	計画(比-ノ)	1,200	232.3	46.3
	計画(後続流)	80	2,010.2	46.3
第2 平均規模	70	25.7	19.8	154.0
	160	62.7	19.8	125.3
	計画(比-ノ)	770	114.1	19.8
	計画(後続流)	54	986.8	19.8
第3 平均規模	70	42.3	32.6	105.8
	160	103.3	32.6	103.3
	計画(比-ノ)	570	140.8	32.6
	計画(後続流)	41	1,218.3	32.6

## 3. 実験結果

### 3.1 導流堤・かすみ堤による

#### 第1 黒神川流出土砂制御 (Case-1)

第1 黒神川から流出する土石流を右岸導流堤に直撃させず、かつ右岸側に徐々に拡散・堆積させることを目的に、図-1に示すように導流堤およびかすみ堤を設置した。なお、第1 導流堤直下の補助導流堤は右岸方向に流出が集中しだした6年目通水後に設置した。

2年目通水終了直前に第1 導流堤を越流したが、これは鍋山流向制御導流堤のみを設置したケース (Case-0) での越流が5~6年目であったのに比較して非常に早い。また、8年目通水後の第1 黒神川出口(測線1400)の堆積高が約8m上昇している。これは、第1 黒神川のように流出土砂濃度が高く、平常時に流水がない溪流においては土石流の流下を少しでも妨げる方向に構造物がある場合には、流向制御作用よりも堆積遡上作用により危険な状況が作られることを示している。

また、かすみ堤で止められた土砂が上流側から回り込んで流出する状況は見られず、8年目通水後でもかすみ堤裏側(下流側)には全く堆積していない範囲が存在している。

### 3.2 流路掘削による第1 黒神川流出土砂制御および第2、3 黒神川流向制御 (Case-2)

第1 黒神川からの流出土砂の氾濫開始地点を谷出口から下流側へ移動させることを目的に3タイプの流路掘削を行い(図-2)、その効果を検討した。

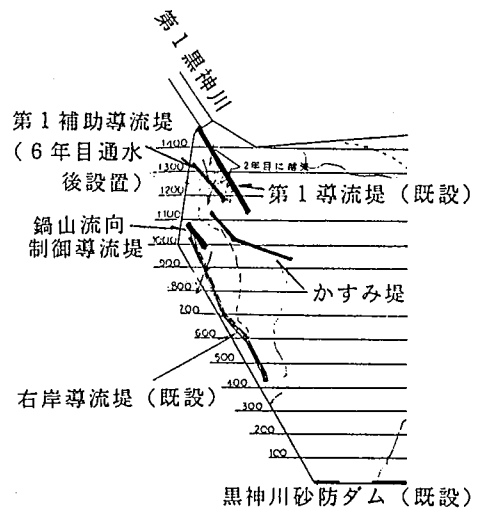


図-1 導流堤・かすみ堤の配置

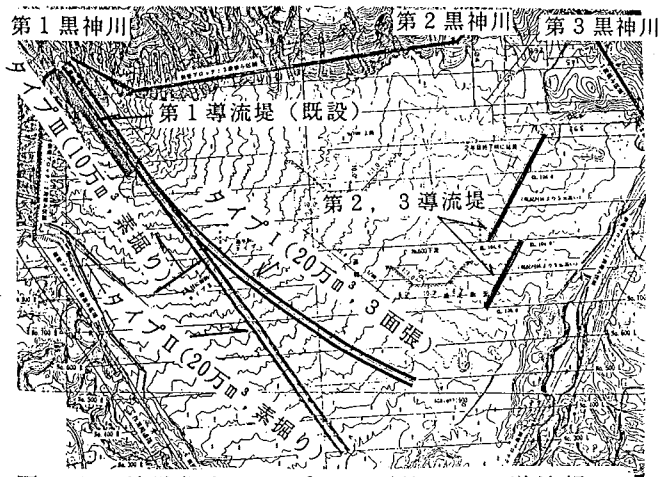


図-2 流路掘削タイプおよび第2, 3導流堤

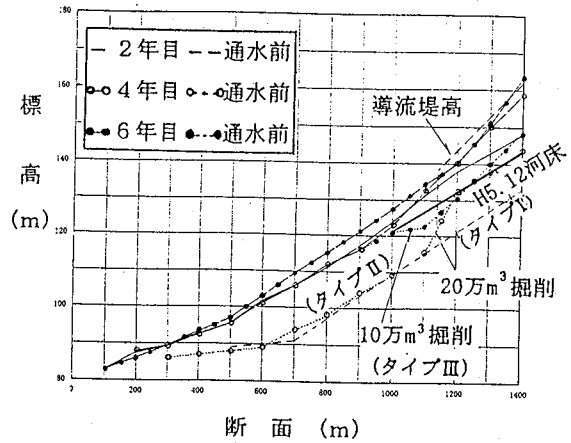


図-3 流路掘削による河床変動(Case-2)

タイプ1では3面張流路、タイプ2では素掘りで20万 $m^3$ としたが、いずれも勾配変化点となる箇所から氾濫し、徐々に上流へ堆積遡上した。タイプ3では第1導流堤先端部よりやや下流まで10万 $m^3$ の素掘りとしたが、2年分の土砂流出の末期には導流堤を越流した(図-3)。

いずれも100万 $m^3$ 以上の流入土砂をある程度コントロールできたが、3面張にすることと、掘削土量を大きくすることの効果は顕著ではなかった。

第2, 3黒神川からの流出は堆積傾向が小さいため、扇状地中央方向へ導流し、第1黒神川からの流出土砂で形成された堆積錐の脚部をフラッシュさせることを目的に導流堤を2基設置した。しかしながら、顕著なフラッシュ効果は認められず、Case-1の場合と同様に、第2, 3黒神川の出口付近の堆積を助長させる結果となった。ただし、左岸沿いの拡幅部への流入・堆積を抑制して、流下能力を高める効果は認められた。

### 3.3 総合対策の検討(Case-3)

Case-1, 2の結果を踏まえて図-4に示すような施設配置により、総合対策の検討を行った。すなわち、①第1導流堤沿いに2年毎に10万 $m^3$ の流路掘削を行い、氾濫開始点を下流に保つ(ただし、少量の土砂の第1導流堤の越流は許容する)、②右岸側への土石流の直撃を防ぐ構造物としては、なるべく下流側で規模の小さなものとし、約200mの鍋山流向制御導流堤のみとする、③第2, 3導流堤は谷出口での流出阻害とならない位置に1基設置する。

上記条件で8年分の土砂流出を行うと、第1黒神川の堆積錐は発達して行き、既設

第1導流堤は完全に埋没してしまうが、鍋山方向への土砂流入は防止できた。さらに、計画規模のピーク流出を行っても直進性が強いこともあり、鍋山方向への影響は殆どなかった。しかし、流下能力の小さい後続流の流出末期には鍋山流向制御導流堤を越えて鍋山流域に逆流した。このように、黒神川における条件では動的安定勾配よりも緩い扇状地形を構造物によって出現させることは困難であるため、規模の大きな土石流の制御を目的とした維持管理を行うことが妥当と考えられる。

### 4. まとめ

活火山地域では供給土砂量が膨大であり、黒神川扇状地のように平常時の流水がない場所では、流出土砂の扇頂部での流下・堆積特性を十分に考慮し、長期的な変動を予測した上で流路掘削等を含めた対策手法を検討することが重要である。

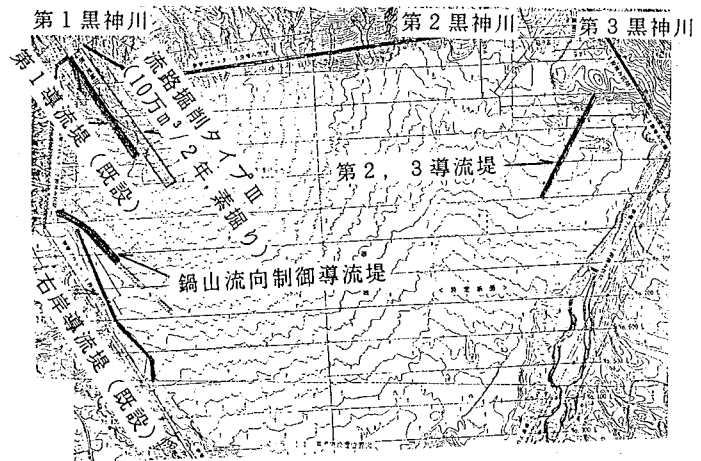


図-4 総合対策