

復建調査設計(株) ○中瀬 有祐
 復建調査設計(株) 藤本 睦
 立命館大学理工学部 江頭 進治
 立命館大学理工学部 伊藤 隆郭

1. はじめに

本研究は、平成11年6月29日に広島県で発生した土石流災害に土石流1次元シミュレーションプログラムを適用すると同時に、全流路において側方から流入する雨水(側方流入)を考慮することによる影響を検証した。

適用する1次元シミュレーションプログラムは、江頭ら¹⁾²⁾が提案する支配方程式に側方流入項を加えたものである。検証は、側方流入を考慮したケースと考慮しないケースを実際の災害と比較して考察を行う。

なお、シミュレーションの対象は広島市安佐北区の中倉川及び同安佐南区の安川左支川で発生した土石流とした。二つの事例を取り上げたのは、流域・流路延長・流下幅等の溪流規模の大小が、側方流入にどのように影響を及ぼすかを検討するためである。

2. 側方流入

土石流の支配方程式は、質量保存則、運動量保存則および河床位方程式から構成される。側方流入³⁾は、そのうちの質量保存則に項を加えることにより表現することができる。(式-1)

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = \frac{E}{c^*} + \frac{1}{BL} q \quad (\text{式-1})$$

$$\text{ただし, } q = \frac{1}{3.6} \times r_e \times A'$$

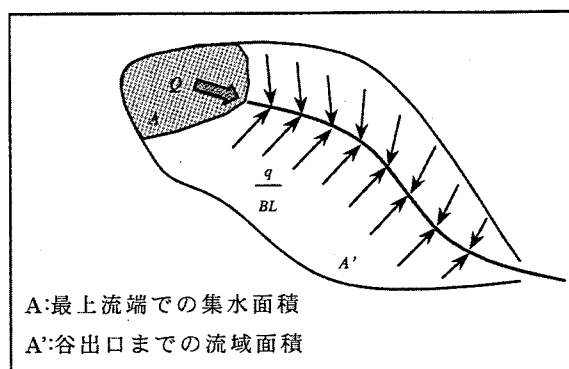


図-1 側方流入イメージ図

ここに、 h は水深、 x は流れ方向に沿った座標、 M は流量フラックスの x 成分で、 c^* は静止堆積層の砂礫の堆積濃度、 E は河床材料の浸食速度、 B は川幅、 L は谷出口までの流路延長、 q は清水ピーク流量、 r_e は有効降雨強度で A' は流域面積である。(式-1)で枠囲いされている項が側方流入を表すものであり、清水ピーク流量を流路延長で等分割した雨水が側方から流入することを示している。図-1にイメージ図を示す。

3. 溪流緒元

本災害において、広島県では土石流・斜面崩壊が多数発生し、24名が犠牲となった。土石流発生当時の日雨量は中倉川で177mm(最大時間雨量35mm)、安川で181mm(最大時間雨量37mm)を記録した。

中倉川で土石流が発生したのは右支川からで流域面積0.169km²、流路延長960m、平均溪床勾配約16°の溪流であり、上流の標高440m地点において流域面積0.002km²、流路延長260m、平均溪床勾配19°の右支溪が合流する。安川左支川は流域面積0.045km²、流路延長360m、平均溪床勾配約15°の溪流である。

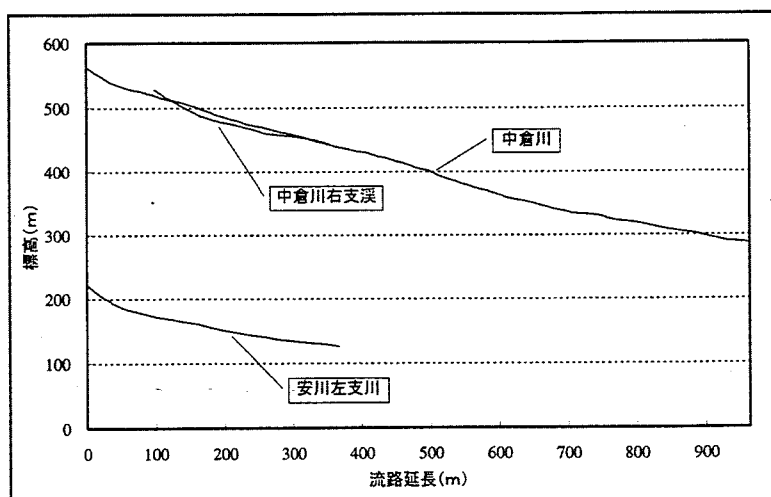


図-2 初期縦断形状

数値計算では、1/2500 地形図を基に初期縦断形状(図-2)を、災害後の航空写真より流動幅を把握した。浸食可能堆積深は、流域の平均崩壊深を考慮するとともに、河床材料を非粘着性材料とし、飽和時の安定限界勾配に着目して溪床勾配 22° 以上で 1m 、 22° 以下では 2m と設定した。また、調査資料により、土石流が発生したと想定される源頭部を $x=0\text{m}$ とし、これより上流の集水面積から $Q=0.08\text{m}^3/\text{s}$ (中倉川)、 $Q=0.06\text{m}^3/\text{s}$ (安川左支川) を定常的に与えた。また、側方流入として $q=2.28\text{m}^3/\text{s}$ (中倉川)、 $q=0.75\text{m}^3/\text{s}$ (安川左支川) を全流路の各計算地点で与えた。その他、数値計算に必要な物理定数は、 $\rho=1.33\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $\sigma=2.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $\phi=34.0^{\circ}$ 、 $\Delta x=5.0\text{m}$ 、 $\Delta t=0.005\text{s}$ とした。

4. 計算結果及び考察

計算結果の一例を図-3、4 に示す。図-3 より、中倉川では側方流入を考慮したケースが考慮しないケースより流量が最大 5000m^3 、安川左支川では最大 2000m^3 増加した。すなわち、流量に関しては流域面積の大小に関わらず側方流入によって増加した。

一方、流出土砂量は、中倉川の 800m 地点において値が逆転していることを含め、側方流入による大きな影響は認められない。この理由として、土砂量は入力条件である浸食可能堆積深に強く依存するが、側方流入を考慮しないケースにおいても、既に最大 2m の堆積土が浸食されているためと考えられる。しかし、土砂量に増加現象が若干見受けられるのは、流量の増加による土砂濃度の低下が要因であると考えられる。土砂濃度が低下すると静止堆積層の濃度との差が開くため、堆積せずに流下するものと考えられる。

災害後の現地調査により中倉川では流出土砂量 $15,074\text{m}^3$ 、安川左支川では $2,162\text{m}^3$ と見積もられている。計算結果と比較すると、側方流入を考慮したケースの方が、より近い値となった。

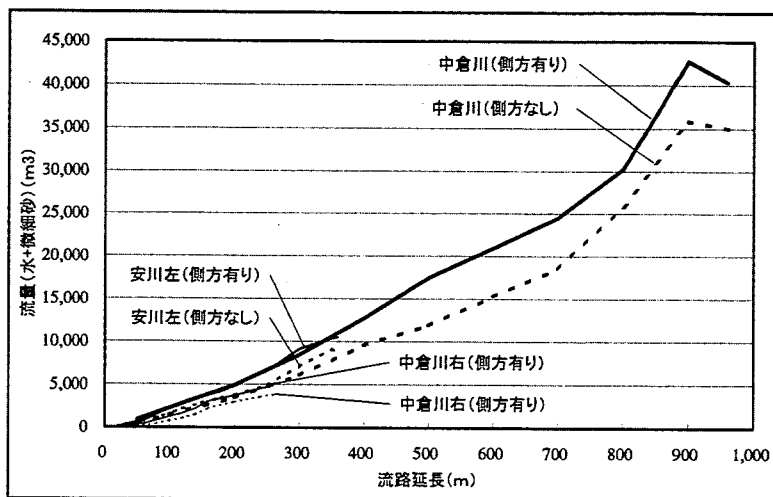


図-3 流量

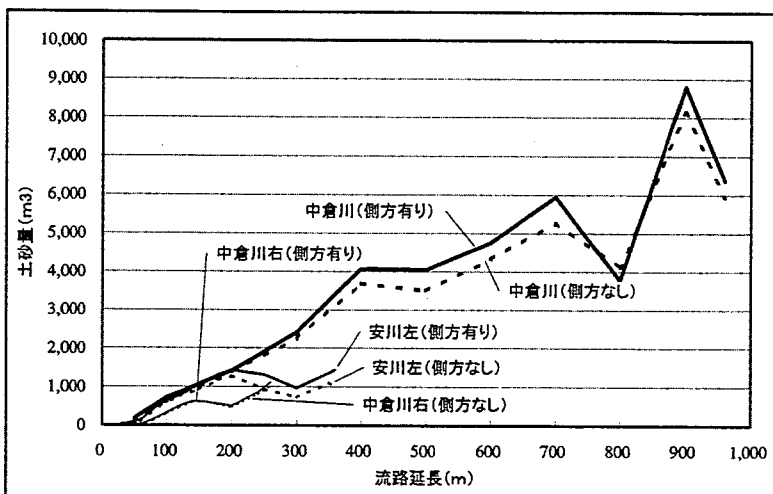


図-4 土砂量

5. 今後の課題

一般的に、広島県の風化花崗岩(マサ土)地帯で発生する土石流は平均浸食深 1.5m 、最大 2.0m 程度である。このような場合、特に土砂量は浸食可能堆積深に依存するため、側方流入の影響は強く現れないものと考えられる。今後は、浸食深が深い溪流への適用・検証を行う必要がある。

また、今回は流量と土砂量の二視点のみの検証であるが、水深、流速、流量フラックスに関する側方流入の影響を検討することも課題である。

(参考文献)

- 1)江頭進治:土石流の流動機構と氾濫・堆積域の解析-基礎理論からハザードマップまで-, 1999 年度(第 35 回)水工学に関する夏期研修会講義集(A コース), pp.A-6-1-A-6-18, 1999.7
- 2)江頭進治, 本田尚正, 高濱淳一郎, 伊藤隆郭:土石流の再現および構造物による土石流調節について, 1999 年 6 月西日本の梅雨前線豪雨による災害に関する調査研究, pp83-102, 2000.3
- 3)中瀬有祐, 藤本睦, 江頭進治, 伊藤隆郭:土石流シミュレーションにおける側方流入の影響について, 平成 14 年度砂防学会研究発表会概要集, pp46-47, 2002.5