

# P22 火山泥流が高速道路に及ぼす影響について —東北自動車道を例にして—

日本道路公団 東北支社 廣瀬 貴樹  
 (財) 砂防・地すべり技術センター 大田原幸亙  
 (財) 砂防・地すべり技術センター ○大坪隆三

## 1. はじめに

平成10年10月9日、岩手山防災マップが公表され、関係機関において噴火に備えた対策が検討されているところである。本発表は、積雪時に岩手山が噴火した場合、東北自動車道に影響を及ぼすと想定される融雪型火山泥流について、詳細な地形条件を考慮して高速道路本線に対する影響について検討した。

とくに高速道路本線は、火山泥流に対して砂防ダムや導流堤といった機能を持つことになるが、ボックスカルバート等からの流出量に応じて火山泥流の水深が変化し、高速道路本線区間への越流が左右される。とくにデジタルメッシュ間隔(10m)以下のボックスカルバートの評価が問題となる。

このため、ボックスカルバート部の評価として以下のケースについて二次元氾濫シミュレーションを実施し、高速道路本線に対する影響について、比較検討した結果について報告するものである。

- ①ボックスカルバート閉塞時(土砂、流木等により)
- ②ボックスカルバート開放時
- ③その他(流出量をボックス開口幅で評価)

## 2. シミュレーションの実施

### 2.1 シミュレーションモデル

ここで扱う火山泥流2次元氾濫シミュレーションはマニング則による流動モデルを用いており、礫の粗粒分は集合流動や掃流砂として取り扱い、流砂量関数で評価している。その基礎式は次のようになる。

x方向:

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \beta \frac{\partial(uM)}{\partial x} + \beta \frac{\partial(uM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} \quad (1)$$

y方向:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \beta \frac{\partial(uN)}{\partial x} + \beta \frac{\partial(uN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} \quad (2)$$

また、流れ全体の連続式は

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

ここに、 $M=uh$ 、 $N=vh$ 、 $u,v$ : $x$ 及び $y$ 方向の平均流速、 $h$ :流動深、 $H=h+z$ 、 $z$ :流動底面の地盤標高、 $\tau_x, \tau_y$ :抵抗力、 $\beta$ :運動量補正係数、 $g$ :重力加速度、 $\rho$ :密度、 $t$ :時間である。式(1)(2)の右辺第2項の抵抗項が与えられれば、流れを解くことができる。

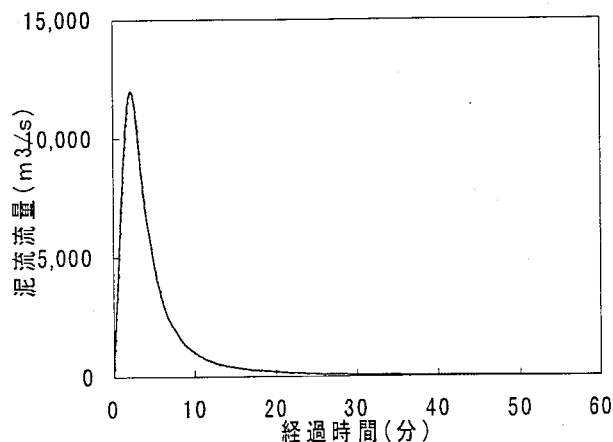
### 2.2 計算条件

計算条件(規模[ハイドロ]、計算パラメータ等)は、「岩手山火山対策検討委員会」で検討された数値を用いた。ただし、デジタルメッシュ間隔については、対象となる高速道路周辺の微地形や、高速道路本線の路面ならびに横過構造物(橋梁、大断面ボックス)を評価できるように10m間隔のものを使用した。

計算パラメータ一覧表

項目	記号	単位	数値	備考
泥水密度	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	1.2	一般値
砂礫密度	$\sigma$	g/cm <sup>3</sup>	2.50	
堆積層の容積濃度	C		0.6	
砂礫の代表粒径	dm	cm	5.0	
メッシュ間隔		m × m	10 × 10	委員会 50 × 50

また、ハイドログラフは、流出解析モデルとして斜面の形状変化(勾配・流下幅)を直接的に評価することが可能で、流出現象を物理モデルとして取り扱っているKinematic Modelを採用した。



火山泥流ハイドログラフ一例

## 2.3 計算ケース

計算ケースは以下の3ケースとした。

### ①ボックスカルバート閉塞時(上流側最大危険ケース)

→土砂堆積、流木等によるボックスカルバート閉塞を考慮して、シミュレーションを実施する。

### ②ボックスカルバート開放時(下流側最大危険ケース)

→ボックス開口幅により、1メッシュあるいは2メッシュ分の水路を設定して、シミュレーションを実施する。

- ・ボックス開口幅 10m 以下の時、1メッシュ開放
- ・ボックス開口幅 10m 以上の時、2メッシュ開放

### ③流出量をボックス開口幅で評価

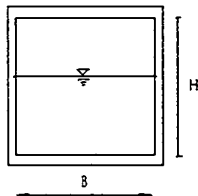
→②ケースのメッシュ開放条件のもとで、ボックス開口幅Bと既往水路断面の最大通水量との関係よりボックスカルバートから流出する量を調節して、シミュレーションを実施する。

流出量調節率一覧表(開口幅10mを1.0とした場合)

ボックス開口幅(m)	流出量調節率
4.5	0.36
6.5	0.58
7.0	0.64
8.0	0.76
9.0	0.88

最大通水量は、平均流速(等流公式のマニング式から)と通水断面積との積により概略算出した。

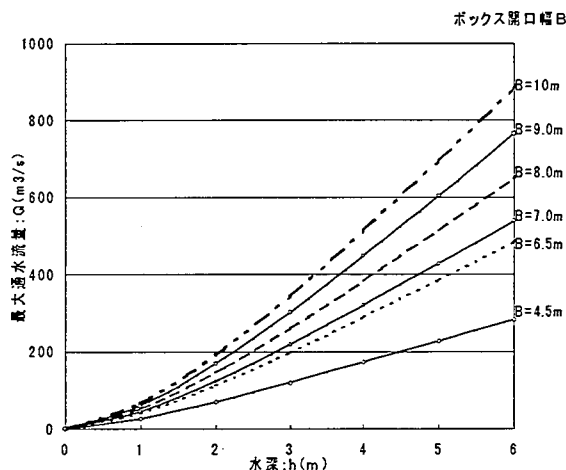
$$Q = V \cdot A = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot A \quad (4)$$



ここに

- Q : 最大通水量 (m<sup>3</sup>/s)
- n : 粗度係数(「道路基準」2-1-5 表解 2-5 より現場打ちコンクリートの0.015を採用)
- R : 径深 (m) (R=A/(2H+B))
- I : 設置勾配
- A : 通水断面 (m<sup>2</sup>) (A=B・H)

である。



ボックス開口幅と最大通水量との関係

## 3. 計算結果および考察

### ケース①

高速道路まで達した火山泥流は、道路本体によって堰き止められ(ボックスカルバート閉塞の影響)そのほとんどが上流側で滞留するが、一部、盛土部(盛土高H=約6.0m)と切土部の境界より路面上に越流し高速道路の切土部を流下していき盛土部で下流側に流下する結果となっている。越流した流動深の最大値は約1.6(m)である。

高速道路に対する影響としては、越流した泥流が下流側に流下する箇所では部分的な洗屈および高速道路上流側での滞留による影響等が懸念される。

### ケース②

高速道路まで達した火山泥流は、一時的に道路本体によって堰き止められ、一部、盛土部(盛土高H=約6.0m)と切土部の境界より路面上に越流し高速道路の切土部を流下していき盛土部で下流側に流下するが、そのほとんどが時間経過とともにボックスカルバートより下流側に流下する結果となっている。越流した流動深の最大値は約0.9(m)である。

高速道路に対する影響としては、越流した泥流が下流側に流下する箇所では部分的な洗屈が懸念される。

### ケース③

火山泥流が高速道路の上流側で滞留するケース①とそのほとんどがボックスカルバートより下流に流下するケース②の中間的な結果となっている。越流した流動深の最大値は約1.2(m)である。

高速道路に対する影響としては、越流した泥流が下流側に流下する箇所では部分的な洗屈が懸念される。

## 4. おわりに

岩手山の東側を南北に縦断する東北自動車動のように、全国の火山周辺地域に数多くの高速道路が存在する。このような地域でハザードマップを作成する場合、既存のデジタルマップのメッシュ間隔以下のボックスカルバートの評価が問題となるが、ボックス開口幅で流出量を調節する方法は有効な一つ的手段であると考えられる。しかしながら、今回の流出量調節方法は水深変化およびボックス開口高には適応しておらず、今後の課題として取り上げたいと考えています。