

101 インドネシア・ボヨン川におけるスリット砂防ダムの土砂調節効果

建設省土木研究所 笹原 克夫
住鉦コンサルタント(株) ○山下伸太郎
八千代エンジニアリング(株) 渡辺 岳志

1. はじめに

インドネシア共和国のメラピ火山南麓のボヨン川では、日本の有償資金協力により砂防事業が進められ、1997年10月には2基のコンクリートスリットダム(以下、下流側からBO-D5とBO-D7)が完成した。その完成直後の雨季にはボヨン川においていくつかのラハール(火山泥流)の発生が報告され、インドネシア国公共事業省砂防技術センター(以下STCと略称)が継続的にボヨン川上流の河床変動測量を行っている。この結果からボヨン川のスリットダムにより1998年2月に発生したラハールの流出土砂が捕捉されたことが確認された。本報告では1997~98年の雨季の河床変動の実測データと筆者らの現地調査データにより、これらのスリットダムによるラハールの捕捉効果について検討した。

2. 1998年2月に発生したラハールの実態

BO-D5とBO-D7のほぼ中間に位置するOB-D6(コンクリート不透過型ダム)では、STCによるラハール観測や筆者らの現地調査によると、1998年の2月にはボヨン川において11日、19日、20日、21日にラハールが発生している。表-1に上記のラハール発生に対応する降雨の総雨量 ΣR_{10} 、最大10分間雨量 $(R_{10})_{max}$ 、最大時間雨量 $(R_h)_{max}$ を示している。20日の降雨はSTC所有のプラワンガン観測所では日雨量が267mmと大きく、メラピ火山基本計画策定時に検討された降雨規模(JICA,1980)と比較すると、この日雨量は年降雨確率100年以上の大きさとなる。

一方、この期間のBO-D6における水位データが欠測であったため、ラハールの正確なハイドログラフは不明であるが、14日と25日に現地調査により確認したBO-D6水通し天端における洪水痕跡をもとに堰の公式でピーク流量を推定した結果、11日のラハールのピーク流量が約100(m³/sec)、20日のものが約290(m³/sec)と推定される。

3. スリット砂防ダムにおける土砂堆積状況

1998年2月にあいつで発生したラハールと前後して、ボヨン川のBO-D5とBO-D7の河床横断測量がSTCの手で実施されている。使用した測量資料は、前年乾期の1997年7月と1998年1~2月にかけて実施されたものである。測量日はBO-D7が1997年7月21日、1998年1月20日、2月17日及び2月25日、BO-D7が1997年7月23日、1998年1月22日、2月18日及び2月26日である。これらの測量結果とラハール発生直後に撮影された写真及び1999年4月に実施した現地調査からスリット砂防ダムでの土砂堆積状況について述べる。

3.1 BO-D5における土砂堆積状況

BO-D5では堆砂域のほぼ中央部にダム上流側から3m程度離れた地点を先端とする舌状の土砂堆積域が形成されており、土砂堆積部の縦断図(図-1)及び横断図(図-2)も合わせてみると2月18日の時点ではダム付近の河床高はそれ以前と大きく変化していないことから、ダム近傍に見られるこの堆積域は2月18日~2月26日の間、つまり2月19

表-1 1998年2月にラハールを発生させた降雨

Date	Period	ΣR_{10}	$(R_{10})_{max}$	$(R_h)_{max}$
Feb.11	14:00~16:30	122	24	72
Feb.19	12:30~17:00	131	13	54
Feb.20	12:30~18:00	266	20	79
Feb.21	10:30~12:30	24	13	17

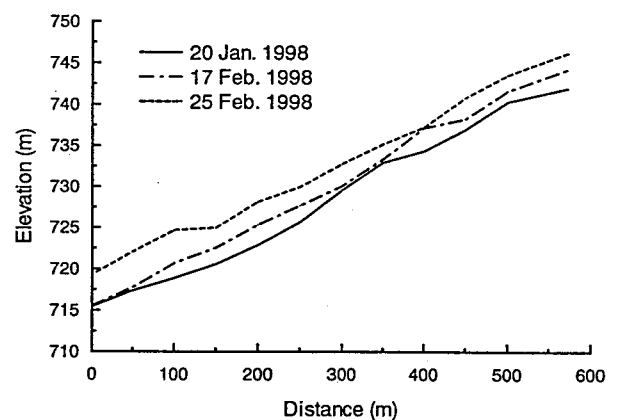


図-1 BO-D5の堆積縦断図

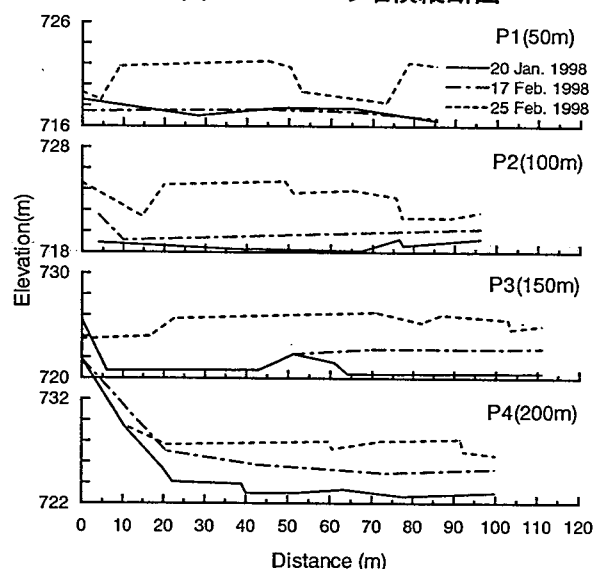


図-2 BO-D5の堆砂域の横断図

日、20日及び21日のラハールにより生じたもといえる。

先端部の縦断形状について見てみると土砂堆積深は約5mで堆積先端部は非常に急勾配である。また、現地観察から堆積層は大小の砂礫がランダムに分布する構造を呈している。これらのことからラハールはダム付近まで集合状流動で流下し、スリットの堰上げ効果により流れのエネルギー勾配が減じて流送土砂が急速に停止するという土砂堆積過程をとったと考えられる。

横断的な堆積形状について見ると、堆砂幅はダムより50m上流で約50~60m程度であり、ダム地点から上流150m付近までの区間では左右岸の溪岸沿いに流路が形成されているが、それより上流ではほぼ河床全幅に渡って土砂が堆積している。ダム近傍の右岸側には中央部の堆砂部とほぼ同標高の洪水段丘が形成されており、洪水中にはダム近傍においてもほぼ河床の横断方向全面に土砂が堆積したことを示している。このことからダム近傍の流路は、1998年2月の洪水後半に一時的に堆積した土砂が侵食されて形成されたことを示している。

図-3は、測量横断図をもとに各測量日間の各測線における侵食・堆積量を求め、平均断面法により算出したダム堆砂域の区間変動量図である。堆積土砂の多くはダム位置から200m上流までの区間に堆積している。堆積土砂量は、1月22日~2月18日にかけて発生したラハールでは約 $4.9 \times 10^4 \text{ m}^3$ 、2月18日~2月26日にかけて発生したラハールでは約 $8.1 \times 10^4 \text{ m}^3$ の土砂が堆積しており、1998年2月に発生した一連のラハールによるBO-D5での土砂堆積量は $1.3 \times 10^5 \text{ m}^3$ である。

3.2 BO-D7における土砂堆積状況

BO-D5の上流に位置するBO-D7の縦断図(図-4)を見るとBO-D7ではBO-D5の堆積状況と大きく異なり、2月18と2月26日とではダム上流300m程度までは河床位はあまり変化していない。ダム直上流の横断図(図-5)をみると、ダム直上流の左岸の袖部背後に比高2m程度の洪水段丘の痕跡がみられ、この洪水段丘が2月26日に出現していることから2月18日から26日の間に発生したラハールにより形成されていることがわかる。つまり、BO-D7でも洪水中に一時的に土砂堆積が堆積したものの洪水後半に堆積した土砂がほとんど排出されたと考えられる。

4. まとめ

以上のようにインドネシア国メラピ火山のボヨン川において、出水前後の測量結果により、コンクリート製スリットダムの出水時の土砂捕捉効果についての実測データが得られた。しかし、BO-D5、BO-D7の両ダム共に出水時の土砂の堆砂と、出水後半に起こったと考えられる堆砂の流出が見られた。ただしBO-D5では流入土砂の多くが堆砂地に残ったのに対して、BO-D7では出水後の堆砂土砂がダムの袖部裏にみられるのみであり、ほとんどの土砂が出水後半に流出してしまったと考えられる。これは、BO-D7の河床勾配が1/15とBO-D5の1/30と比較して大きいため、洪水流の接近流速が無視できないような大きさとなり、通常スリットダムの水位-流量関係を求める大オリフィスの式で求められるような大きな堰上げが生じなかったことが原因していると考えられる。

参考文献

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION (1980): Master Plan for Land Erosion and Volcanic Debris Control in the Area of Mt. Merapi, Supporting I, C. HYDRAULICS AND HYDROLOGY, pp.17~27

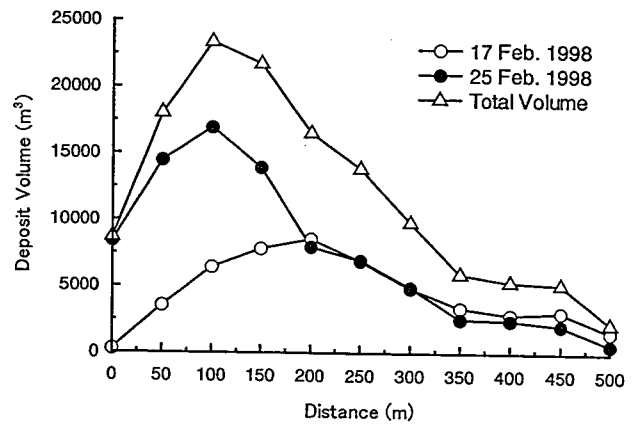


図-3 BO-D5の河床変動量図

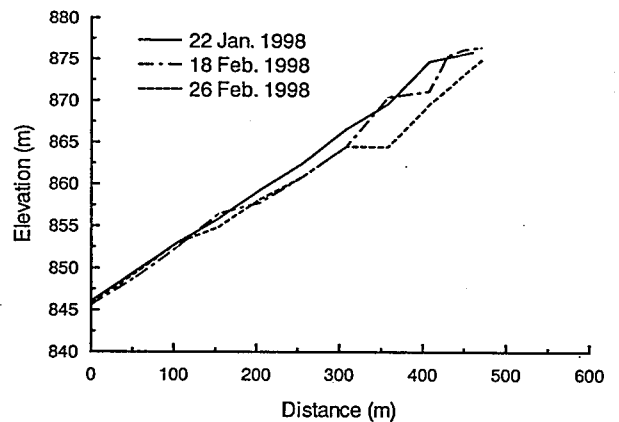


図-4 BO-D7の堆積縦断図

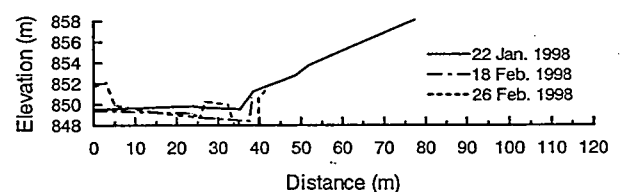


図-5 BO-D7直上流部の横断図