

礫径調査における最大礫径の設定に関する一考察

(財) 砂防・地すべり技術センター ○嶋丈示 川村崇成 松井宗広
京都大学大学院 水山高久

1. はじめに

透過型砂防堰堤に土石流捕捉効果を発揮させるためには、フロント部を形成する巨礫をもとに部材間隔を適切な広さに設定する必要がある¹⁾。この適切な部材間隔とは最大礫径の1.5倍程度であり、捕捉された礫がアーチアクションにより部材間で固定される。この結果、開口部が目詰まりし透過型砂防堰堤は急造の不透過型堰堤に機能転換され、後続流中の小礫や細粒土砂も捕捉することができる。このように部材間隔の設定根拠となる最大礫径は、透過型砂防堰堤の機能を決定する最重要因子であり、礫径調査から求めた累加曲線の95%礫径を採用している²⁾。しかしながら、土石流堆積区間や谷出口など、地形条件によっては土石流のフロント部が形成されず、堰堤に到達する礫では“部材間隔 $\div$ 礫径 $\times 1.5$ ”の関係が成り立たない可能性もある。

そこで本研究は、フロント部が形成されないような場合でも透過型砂防堰堤が土砂捕捉機能を発揮する最大礫径の設定について、これまで蓄積した礫径調査結果³⁾をもとに検討したものである。

2. 最大礫径の設定

部材間隔の設定に用いる最大礫径は、土石流のフロント部を形成する巨礫を想定して現地に点在する巨礫群の長径、(中径,)短径を実測し、この平均径から作成される累加曲線の95%礫径に設定している。ここで、 d_{100} ではなく d_{95} としている理由は、 d_{100} 近辺の礫は現地に点在していても絶対数が少なく、この礫径を対象に部材間隔を設定すると、部材間隔が広くなり過ぎアーチアクションが発揮されにくい。また、数が少ないことから開口部全体を目詰まりさせるだけの個数が足りない可能性もある。このため、累加曲線の d_{96} 以上の礫径を除き、設計上 d_{95} を最大礫径としている。

しかし、図1のように現地の礫径分布を見ると、礫個数の少ない範囲は図中の(b)であり、 $d_{100} \sim d_{96}$ (a)に一致していない場合が多い。つまり、 d_{95} を対象礫径に設定しても、土石流のフロント部を形成しない場合など、“部材間隔 $\div$ 礫径 $\times 1.5$ ”の関係が成り立たずアーチアクションが発揮されない。その結果、開口部が目詰まりせず後続流中の礫がそのまま通過してしまう可能性がある。

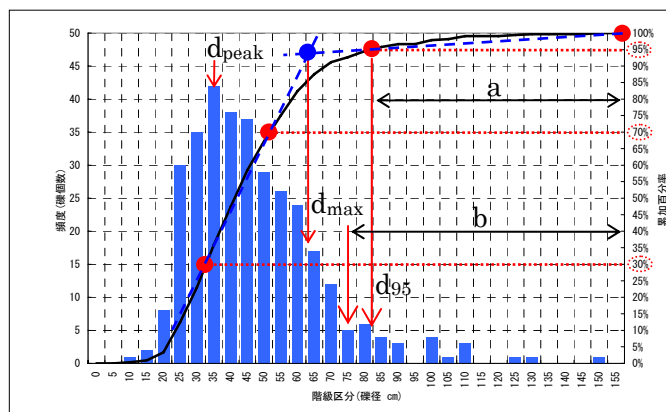


図1 礫径調査による累加曲線の例

3. 最多礫径帯の設定

そこで、土石流の流下形態に関わらず透過型砂防堰堤に土砂捕捉効果を発揮させるためには、礫径調査から頻度分布の高い礫径を抽出し、この礫径の1.0倍に部材間隔を設定すれば確実に礫捕捉効果を発揮する。この礫径を対象に部材間隔を設定した水理模型実験でも、土石流の流下形態に関わらず土砂捕捉効果が発揮されたことを確認している⁴⁾。この捕捉効果は、現地に点在する礫の最頻値の礫径を対象としたが、設計上、機能とコストの両者を満足する礫径として実測値の最頻値ではなく、礫径を群で捉え、最多礫径帯の最大値を最大礫径に想定することが合理的である。これまで実施してきた礫径調査をもとに最多礫径を求めるとおおよそ $d_{30} \sim d_{70}$ の範囲に入っている場合が多い。

図2はこれまで実施した礫径調査($n=48$)から、礫径分布のパーセンテージを頻度分布頻度で示したものである。この頻度分布を正規確率分布と捉え、 $1\sigma = 68.26\%$ が最多礫径帯と想定でき、最多礫径帯は $d_{16} \sim d_{84}$ の範囲内にあるものと考えられ、先の実際の礫径調査から得た最多礫径帯 $d_{30} \sim d_{70}$ はこの範囲に包含される。

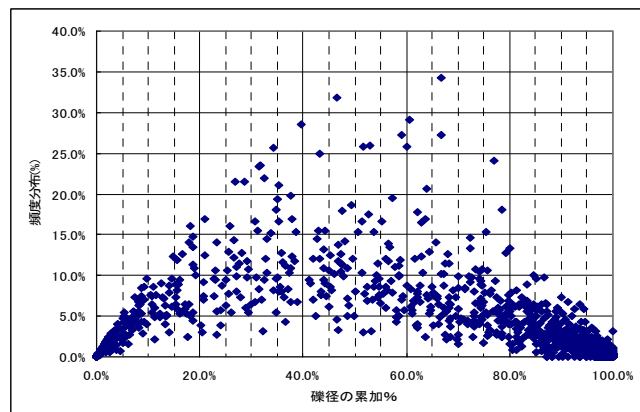


図2 礫径頻度分布からみた最多礫径帯

4. 最多礫径帯の最大値の考察

累加曲線は不連続な曲線であるため、個々の累加曲線から最大値を設定すると個人差が生じる⁴⁾。そこで、最多礫径帯の最大値を客観的に設定するために、①頻度の少ない範囲として d_{100} と d_{95} を結んだ直線と、②最多礫径帯である d_{30} と d_{70} を結んだ直線の交点を最多礫径帯の最大礫径 D_{max} とした (図1 参照)。

図3及び図4は、溪床勾配及び流域面積をもとに、最多礫径帯の最頻値 d_{peak} (●)と最大値 d_{max} (▲)をプロットしたものである。図3及び図4から、最多礫径帯の最頻値は溪床勾配及び流域面積に関わらず $d_{20} \sim d_{70}$ であり、最多礫径帯の最大値は d_{80} 前後である。図5及び図6は、上記図3及び図4で求めた最多礫径帯の最頻値と最大値を d_{95} で比較したものである。最頻値は d_{95} の20～70%程度、最大値は d_{95} の50～80%程度小さくなった。

この結果から最多礫径帯の最頻値は、流域面積及び溪床勾配との関係性は小さく、溪流ごとにばらついている。この原因の一つに、計測時の礫選定に個人差がある。つまり、部材間隔の設定に最多礫径帯の最頻値を用いれば、土石流の流下形態に関わらず土砂捕捉効果が発揮されるが、部材間隔に個人差の影響を受けやすいため設計の客観性に劣る。そこで、最頻値の代わりにここで求めた最大値である d_{80} 程度に設定すれば、個人差によるばらつきが少なくなるものと考えられる。

5. おわりに

礫径調査をもとに設定する最大礫径は、透過型砂防堰堤の機能を規定する最も重要なパラメータである。しかし、礫径調査において d_{95} の設定が頻度分布の少ない礫分布を排除するという目的に合致していない場合がある。本研究では、この最大礫径の設定方法について、透過型砂防堰堤の土砂捕捉機能が確実に発揮できるよう礫径分布から得られた最多礫径帯の最大値である d_{80} を用いることを提案した。ただし、礫径調査は現地ごとに個人差、個体差がある。今回得られた結果は参考値として、累加曲線の特性を十分吟味することが設計の安全性と合理性につながるものと考えられる。

参考文献

- 1) 筒井智照, 嶋丈示: 鋼製透過型砂防えん堤の土石流捕捉状況に関する一考察, 平成21年度砂防学会研究発表会概要集, p. 108-109,
- 2) 鋼製砂防構造物委員会編集: 鋼製砂防構造物設計便覧、(財)砂防・地すべり技術センター、p. 63、平成21年版
- 3) 鈴木崇, 吉田圭佐, 嶋丈示, 筒井智照: 巨礫粒径調査法の現状と一考察, 平成20年度砂防学会研究発表会概要集, p. 218-219
- 4) 嶋丈示, 吉田一雄: 土石流堆積区間における透過型えん堤の土砂捕捉機能に関する一考察, 平成17年度砂防学会研究発表会概要集, p. 222

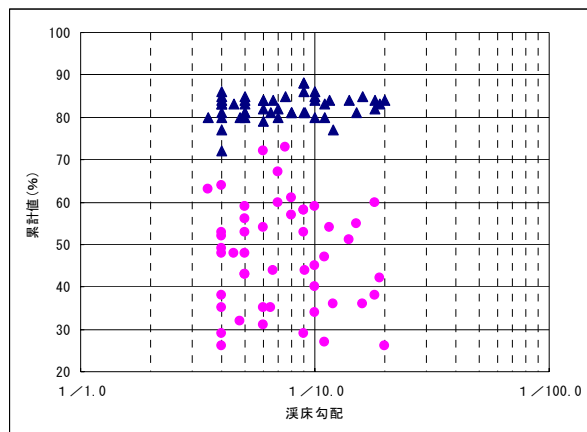


図3 溪床勾配—(d_{max} , d_{peak})

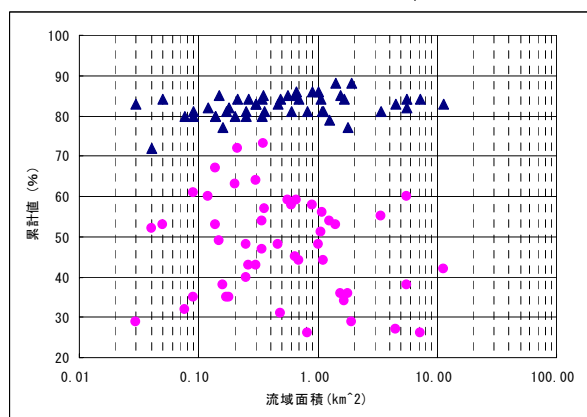


図4 流域面積—(d_{max} , d_{peak})

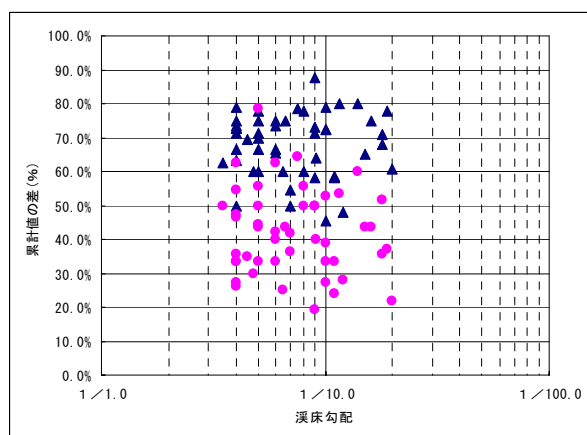


図5 溪床勾配—(d_{max}/d_{95} , d_{peak}/d_{95})

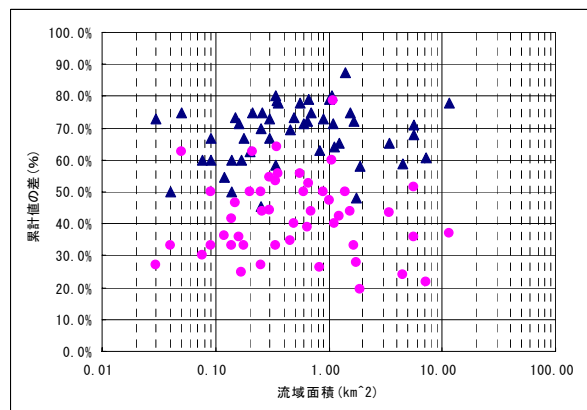


図6 流域面積—(d_{max}/d_{95} , d_{peak}/d_{95})