

緩勾配区間に設置されるコンクリートスリット砂防えん堤の土砂調節についての一考察

北海道 函館土木現業所 ○但野正寿
 北海道 旭川土木現業所 成田 薫
 北海道 建設部 砂防災害課 木村英也
 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター
 砂防研究室 寺田秀樹・水野秀明
 財団法人 建設技術研究所 小田 晃・長谷川祐治

1. はじめに

北海道では緩勾配の掃流区間にコンクリートスリット砂防えん堤（以下、スリット砂防えん堤）を設置するケースが多く見られる。しかし、既往の検討では、スリット砂防えん堤の土砂調節を検討した例は河床勾配 1/50 より急な勾配が多く^{1), 2)}、それより緩い勾配に関する検討例は少ない。

本研究では緩勾配区間を対象として、洪水波形や上下流のスリットえん堤のスリット幅の違いによる土砂捕捉量の変化を、矩形直線水路を使用した実験から検討した。また、1次元河床変動計算からスリット幅の違い、粒径の違いによる土砂捕捉量の変化も検討した。なお、本検討では、上流側スリット砂防えん堤を1基目、下流側スリット砂防えん堤を2基目と記す。

2. 実験の概要

実験条件はパンケオイチャヌンペ川（後志利別川支川）の諸元を基に縮尺 1/50 に縮小した値を使用した。実験水路は幅 B=1.0m、長さ L=55m の矩形直線水路、河床勾配は I=1/80、1/50、1/30 の3種類である。河床砂と水路上流からの供給砂は平均粒径 1.3mm（模型値）の混合砂、100年確率洪水波形はピーク 9.6ℓ/s（模型値）、中小洪水波形はピーク 3.9ℓ/s（模型値）を使用した（図-1）。給砂量は勾配を維持できる平衡給砂とした。スリット砂防えん堤の設置位置略図を図-2に示す。

3. 実験結果

3.1 洪水波形 洪水波形の総水量がほぼ同じ、100年確率流量波形1回と中小出水波形3回（図-1）を与えた場合の土砂捕捉量の割合を検討した。水路勾配は 1/80、2基のスリット砂防えん堤ともスリット幅 b=4.0cm × 2門（Σb/B=0.16、スリット高さ 12.0cm）である。

実験の結果、水路上流端からの総給砂量に対する2基合計の土砂捕捉量の割合は中小出水波形3回の方が少ない（図-3）。中小出水波形では、スリットのせき上げによる土砂捕捉の継続時間が短いため土砂捕捉量の割合が低下したと考えられる。また両方の波形条件とも、2基目における土砂捕捉量の割合の差が少なく、なおかつその値は小さい。上流からの給砂のみという条件下では、1基目の土砂捕捉効果が大きいいため、2基目の効果が明確に示されないと考えられる。

3.2 河床勾配 山腹崩壊土砂を想定して河床材料より細かい混合砂（平均粒径 0.4mm・模型値）を水路上流の1箇所から給砂し（図-2中の①）、河床勾配の違いによる土砂捕捉量の割合を検討した。水路上流端からは平均粒径 1.3mm の混合砂を同時に給砂している。給砂量は各河床勾配を維持する給砂量である。単独のスリット砂防えん堤と同じ状況である1

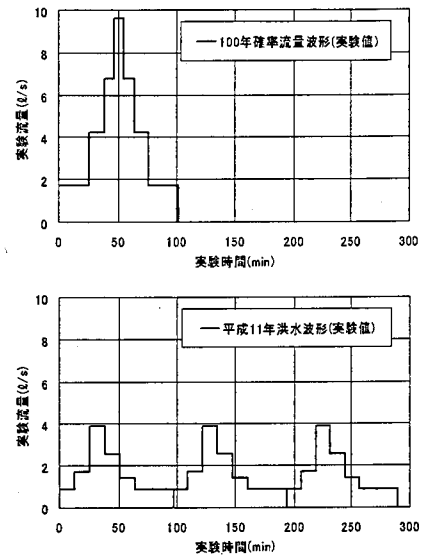


図-1 実験流量波形

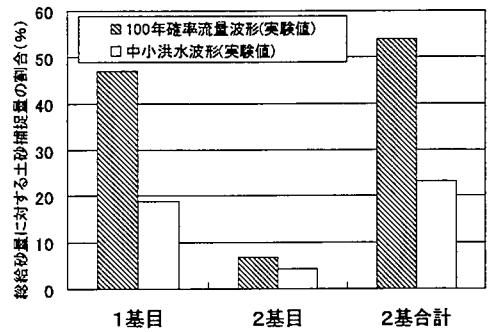


図-3 洪水波形の違いと土砂捕捉量の割合

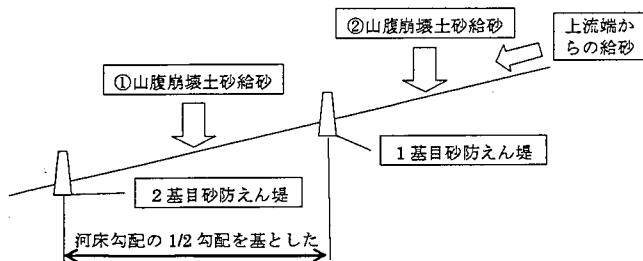


図-2 スリット砂防えん堤設置位置と土砂供給箇所概念図

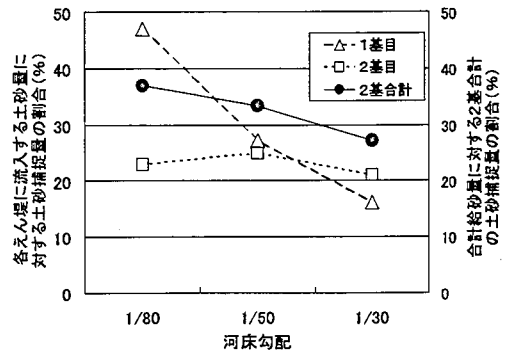


図-4 河床勾配の違いと土砂捕捉量の割合

基目について、1基目に流入する土砂量（水路上流端からの給砂量）に対する土砂捕捉量の割合は $I = 1/30$ から $I = 1/80$ で約3倍に増加する。2基合計の土砂捕捉量の割合も緩勾配ほど増加する（図-4）。2基目の土砂捕捉量の割合は、1基目と2基目の間から給砂したにもかかわらず、勾配による変化があまり見られなかった（図-4）。中間から給砂した砂の粒径が細かく、ピーク流量時には水路途中から給砂した多くが浮遊状態で流下し、2基目のスリット砂防えん堤のせき上げによる土砂捕捉効果が表れなかったためと考えられる。

4. 計算の概要

1次元河床変動計算によりスリット幅の違い、粒径の違いによる土砂捕捉量の変化について検討した。流砂量式は芦田・高橋・水山式、浮遊砂量式は芦田・道上式を使用し、計算は対象河川を考慮した現地値を使用した。対象とした水路は幅50mの河道、各スリット幅の流量係数は0.5とした。流量の与え方は実際の状態を想定して、①初期河床を未満砂状態（元河床）とし2年確率流量（ $50\text{m}^3/\text{s}$ ）を河床がほぼ安定する100時間まで通水（給砂は上流端からのみ）→②100年確率流量をピークとする計画洪水波形を1回通水（給砂は水路上流端+図-2中の①と②の山腹崩壊土砂）→③小流量（ $30\text{m}^3/\text{s}$ ・給砂なし）を300時間通水の順とした。

5. 計算結果

5.1 スリット幅 スリット幅の違いによる土砂調節効果を把握するため2基目のスリット幅のみを狭くして検討した。1基目のスリット合計幅は8.0m（ $\Sigma b/B = 0.16$ ）、2基目のスリット合計幅は1.0m～8.0m（ $\Sigma b/B = 0.02 \sim 0.16$ ）の4種類に変化させた。

図-5に計画洪水通水後までの2基合計の土砂捕捉量の割合を示す。どの河床勾配もスリット合計幅が狭くなるにつれて、給砂量に対する土砂捕捉量の割合が増加している。

5.2 河床勾配 河床勾配の違いによる土砂捕捉量の割合は同一の $\Sigma b/B$ で見た場合、実験結果と同様に緩勾配ほど多くなる（図-6）。この傾向は、流量の与え方の①と③通水後も同様の傾向であった。緩勾配で、狭いスリット合計幅ほどせき上げ区間が長くなり、土砂を捕捉する区間が増加することが理由と考えられる。

5.2 対象粒径 粒径の違いによる土砂捕捉量の割合の変化を検討した。使用した砂は粒径による土砂捕捉量の変化を見るため、対象河川の砂よりも大きい平均粒径（205mm）を持つ混合砂とした。

図-7に $I = 1/30$ 、2基目のスリット合計幅が5.0m（ $\Sigma b/B = 0.10$ ）の場合の計画洪水通水後までの結果を示す。粒径が大きくなると合計給砂量に対する2基目の土砂捕捉量の割合が増加する。また、2基合計も同様の傾向である。洪水波形が同じで、2つの土砂の移動限界流量が異なる（ $d = 205\text{mm}$ で約 $60\text{m}^3/\text{s}$ 、 $d = 65\text{mm}$ で約 $10\text{m}^3/\text{s}$ ）ことから、粒径が細かい場合は減水期の土砂流出量が多くなったことが原因と考えられる。

6. おわりに

緩勾配区間のスリット砂防えん堤の土砂調節に関する知見が得られた。また、洪水波形の違い等によるスリット砂防えん堤の特性が示された。せき上げ式のスリット砂防えん堤は、緩勾配区間では急勾配区間よりも土砂捕捉効果が期待できる。そのため、粒径、波形等の条件を吟味することで、単独のスリット砂防えん堤でも効果的に土砂捕捉効果を期待できると考えられる。

参考文献:1) 藤田ら: 砂防ゲム群の土砂流出調節効果, 水工学論文集, 第45巻, pp. 697-702, 2001. 他 2) 小田ら: 連続して設置されるスリット砂防堰堤の土砂調節に関する水理模型実験による検討, 平成14年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 78-79, 2002. 他

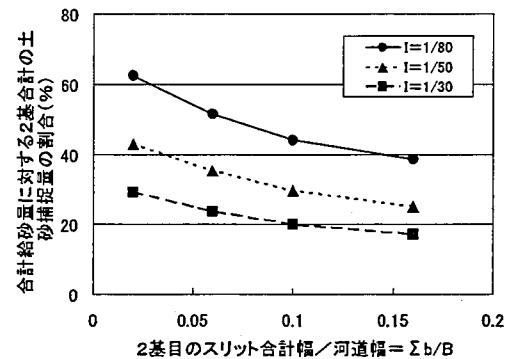


図-5 スリット幅の違いと土砂捕捉量の割合

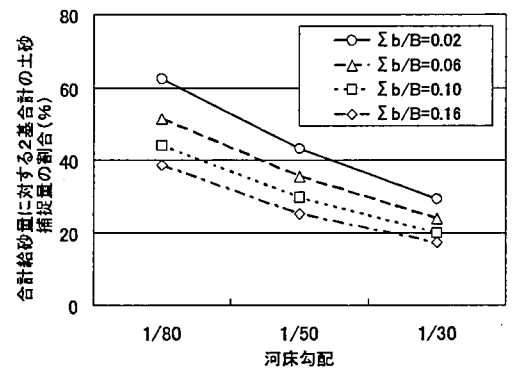


図-6 河床勾配の違いと土砂捕捉量の割合

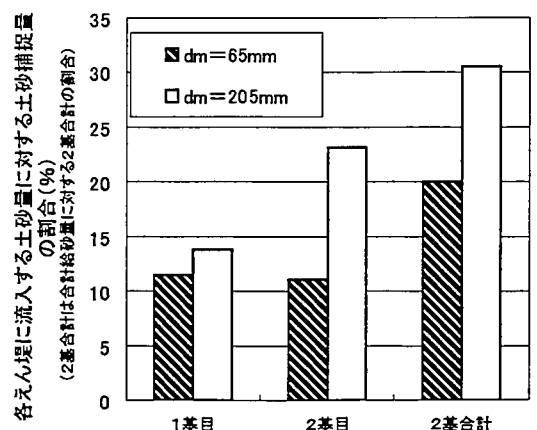


図-7 粒径の違いと土砂捕捉量の割合