

81 バイパストンネルを用いた貯水池堆砂の排除について

京都大学防災研究所 高橋 保・中川 一・〇里深好文

1. はじめに 流砂系一貫の土砂管理を実現するためには、貯水池への流入土砂を何らかの方法で下流へと輸送する必要があり、堆砂の浚渫や排砂ゲートあるいは本研究が対象とするバイパストンネルを用いた対策が一部のダムで既に実用化されている。しかしながら、バイパストンネルのサイズには限界があり、流域の規模が大きい場合には、洪水時の排砂が十分に行えないことが予想される。そこで、本研究では貯水池の流入部付近に放流ゲートを持つ副ダムを設け、出水時にはその上流に流入土砂を一時的に堆積させ、その後の流量低減時にゲート操作により貯水池内の水を上流へと逆流させることにより、堆積土砂をバイパストンネルへと導流し、ダム下流へと排出する方法を提案する。

2. 貯水池の水を利用した堆砂の排出に関する水路実験 本研究では長野県の高瀬ダムを対象としている。図-1にはモデル化された高瀬貯水池の地形を示している。実験には図-2に示すような副ダムから上流の1/100スケールの模型を用いている。図-3に示すように水路左岸側にバイパストンネルを、副ダムの右岸側には放流ゲートと導流用の隔壁をそれぞれ設けている。実験は隔壁の形状を変えて3通り行っており、図-4に隔壁の側面図を示している。まず、水路上流側より洪水を想定して $3000\text{cm}^3/\text{s}$ の給水と $20\text{cm}^3/\text{s}$ の給砂を定常的にを行い、副ダム地点に堆砂デルタの先端が到達するまでこれを継続した。以後の実験では、すべてこの堆砂形状を初期条件として使用している。実験にはほぼ一様な(平均粒径 1.5mm)砂礫を使用している。

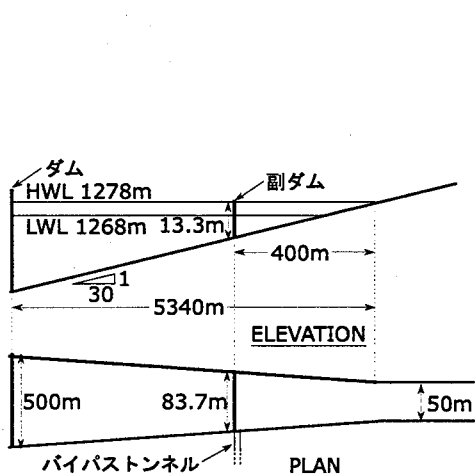


図-1 高瀬ダム貯水池

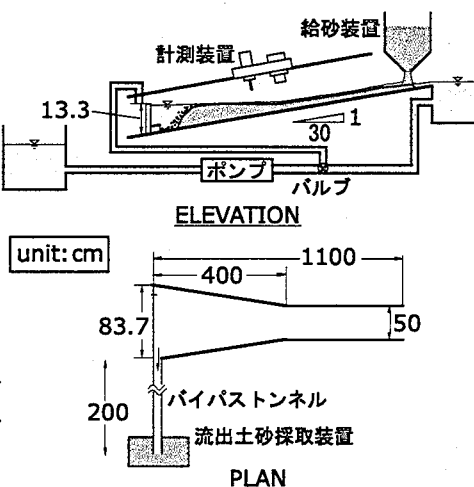


図-2 実験水路

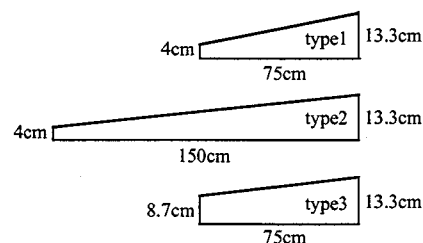


図-4 隔壁の形状

つぎに、副ダムの放流ゲートから $750\text{cm}^3/\text{s}$ の定常的な給水を行い、堆砂デルタの侵食に関する実験を行った。図-5と図-6にはそれぞれType 1とType 3の隔壁を用いたケースにおける堆砂デルタの侵食状況が、後述の数値シミュレーションの結果と併せて示されている。また、図-7にはバイパストンネルからの流出土砂量の時間的変化が示されている。Type 1を用いたケースの侵食過程は以下のようなものである。導流用の隔壁が上流方法に向かって低くなっているため、放流水の一部は隔壁を越流してデルタ上を流れ、砂礫を侵食しながら副ダムの方向へと向かっている。この流れは副ダムに到達すると、副ダムに沿った流れとなって排砂トンネルの呑み口へと向かう。一方、隔壁を越流しなかった流れは堆砂デルタの前面に衝突し、急激に流向を変えて湾曲流を形成する。この湾曲流れによってデルタは激しく侵食され、土砂は排砂トンネルへと輸送されてゆく。隔壁の形状に応じて越流する位置の変化速度に違いが生じるので、これが堆積土砂の侵食量に影響を及ぼしていると考えられる。Type 3における侵食量が他のケースに比して大きくなったのは、適度な隔壁からの越流により副ダムに近い領域が侵食されるとともに、上流へ向かう流量もデルタ前面を活発に侵食できる程度残っていたためである。どのような隔壁形状がより有効であるかについては、一層の検討を行う必要があると考えられる。

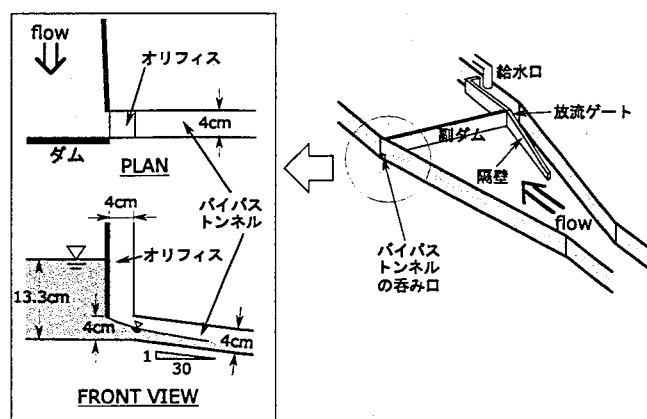


図-3 副ダムとバイパストンネル

3. 堆砂デルタの侵食過程に関する数値シミュレーション

上述の水路実験における堆砂デルタの侵食過程を再現することを目的として、2次元数値シミュレーションモデルを用いた計算¹⁾を行った。計算に用いた初期河床形状を図-8に示している。本計算においては、湾曲部外岸における活発な側岸侵食を再現するために、芦田・江頭²⁾の研究に基づき側岸の侵食速度を算定し、これを河床の侵食速度に加えている。なお、側岸の侵食速度を計算する際には、2次流と主流速から求められる側岸付近の流速に摩擦速度が比例するものと仮定している。2次流流速はEngelund³⁾の式から求め、主流速の曲率はShimizu and Itakura⁴⁾の式により求めている。図-5~7をみると、副ダムに設けられたゲートからの放流により堆砂デルタが侵食されてゆく過程がある程度良好に再現できていることがわかる。

4. おわりに 貯水池流入部に副ダムを設け、上流側へゲートから放流することにより、流入土砂を効率よくバイパストンネルへ導流することが可能であることが分かった。この時、放流ゲートの上流に設置する隔壁の形状が、効率的な堆砂デルタの侵食に重要な役割を果たすことも明らかにされた。また、2次元数値シミュレーションによって、ある程度堆砂デルタの侵食過程が再現できていることが分かった。

[参考文献] 1) 高橋 保・里深好文：網状流路の流路変動に関する数値シミュレーション、京都大学防災研究所年報、第42号B-2、1999、pp. 189-200。2) 芦田和男・江頭進治・加本 実：山地流域における侵食と流路変動に関する研究(2) - 流路の側岸侵食機構 -、京都大学防災研究所年報、第26号B-2、1983、pp. 353-361。3) Engelund, F.: Flow and bed topography in channel bends, Journal of Hydraulic Division, ASCE, Vol.100, HY11, pp. 1631-1648, 1974。4) Shimizu Y. and Itakura T.: Calculation of flow and bed deformation with a general nonorthogonal coordinate system, Proc. Of XXIV IAHR Congress, Madrid, Spain, C-2, pp. 241-248, 1991。

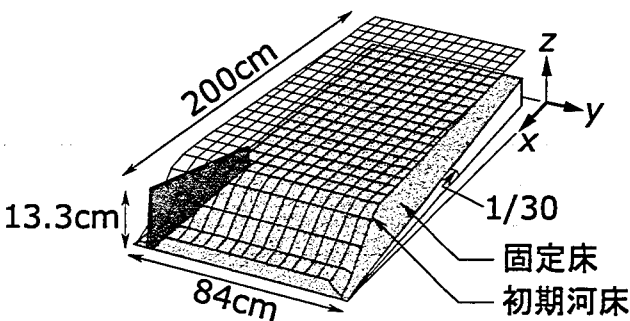


図-8 初期河床形状

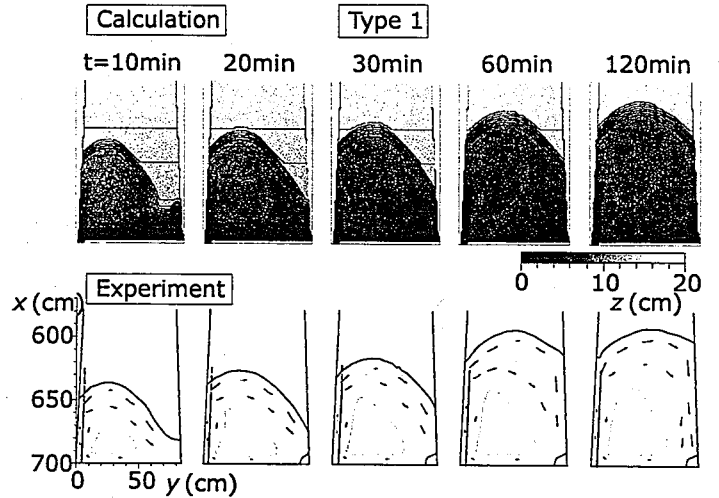


図-5 堆砂デルタの侵食過程 (Type 1)

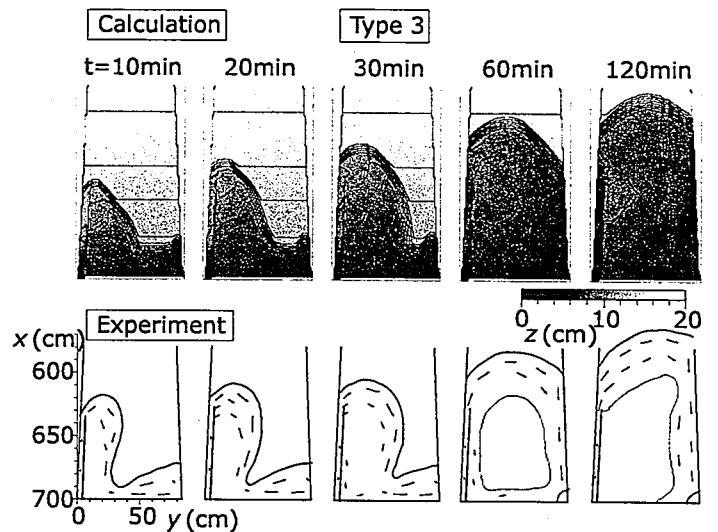


図-6 堆砂デルタの侵食過程 (Type 3)

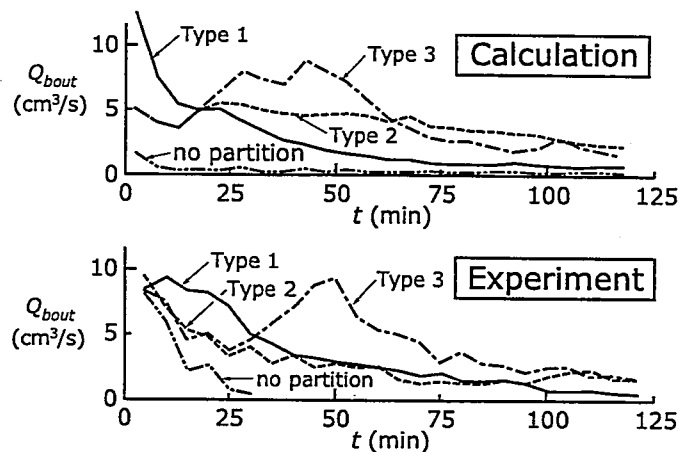


図-7 流出土砂量の時間的変動