

排砂を目的としたコンクリート製水路底面の侵食

神戸市消防局 正会員○小林正幸
 広島大学工学部 正会員 萬矢敦啓

広島大学工学部 フェロー会員 福岡捷二
 建設省温井ダム工事事務所 正会員 藤原博昭
 三井共同建設コンサルタンツ株式会社 正会員 名尾耕司

1. 序論

温井ダムの仮排水トンネルでは洪水流とともに多量の砂礫が流下することにより、コンクリート製のトンネルインパートに侵食、蛇行が発生した。こういった流送砂礫によるコンクリート水路の侵食の機構、及び蛇行の発生については明らかにされていない。近年、河川の問題と関わりでダムにおける堆砂が問題となっており、その対策として排砂施設の必要性が叫ばれている。本研究は、排砂水路を想定したコンクリート製水路に多量の砂礫が流下した場合に起こる水路底面の侵食、蛇行の経時変化、砂礫の移動機構を実験的に明らかにし、排砂水路設計のための基礎資料を得ることを目的としている。

2. 実験方法

実験は、温井ダム湛水池中に図 1 に示すようなコンクリート製の大型直線実験水路を製作し、多量の砂礫と水を流下させることにより水路底面に発生する侵食、蛇行の状況を経時的に測定する。水路に使用したコンクリートの圧縮強度は 16N/mm^2 であり、供給砂礫には現地の河床材料を用いている。図 2 に流下砂礫の粒度分布を示す。平均粒径は 5cm で最大粒径は 20cm 程度である。また流下砂礫量は通水開始から 9 時間後までは約 $0.1\text{m}^3/\text{min}$ であり、9 時間後から 45 時間後までは $0.4\text{m}^3/\text{min}$ である。

3. 実験結果、及び考察

(1) 侵食深の経時変化

図 3 に左岸からの距離 10cm , 30cm , 50cm , 70cm , 90cm の断面における縦断面平均侵食深の経時変化と、累積流下砂礫量と時間の関係を示す。図 3 より通水開始から 2 時間後までに侵食が急速に進んでいる。これは、この時間帯でコンクリートの表面モルタルが削られたためであり、モルタルは侵食を受けやすいといえる。通水 2 時間後以降は、侵食の進行速度が遅くなり、侵食速度に多少のばらつきはあるもののほぼ一定の割合で進んでいる。この理由は、通水 2 時間後以降はコンクリート水路表面に粗骨材が露出してきたためである。粗骨材は摩耗抵抗が強いので、侵食は主にモルタル部が削られることにより進んでいく。このためコンクリート表面に露出する粗骨材が多くなるにつれ、侵食の速度が遅くなると考えられる。

流下砂礫量と侵食深の関係は、通水 45 時間後において、流下砂礫量約 800m^3 対して平均侵食深は 1.2cm 、最大侵食深は 1.5cm である。

また、縦断面毎に侵食の速度を比較すると、水路側壁付近の 2 断面に比べ、水路中央側の 3 断面の方が侵食の速度

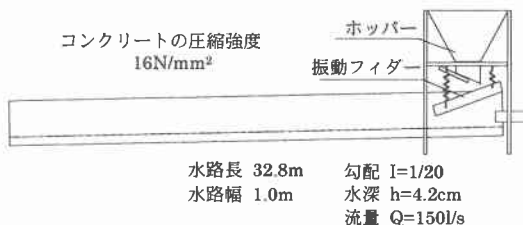


図 1 実験水路と水力条件

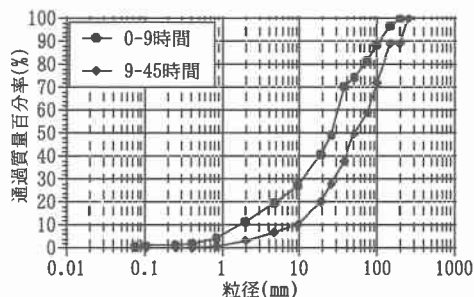


図 2 流下砂礫の粒度分布

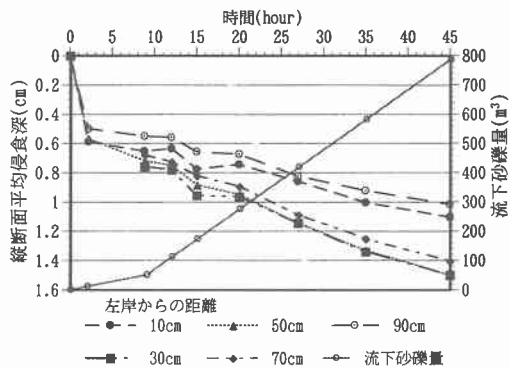


図 3 侵食深経時変化・流下砂礫量

が大きい。図4は、水路を横断方向に5分割し各区分を通過する礫の割合と横断形状を示した図である。水路中央付近を流下する礫の割合は側壁付近に比べ高い。侵食が砂礫による摩擦や砂礫の転動衝突により進行すると考えると、流下砂礫が集中する水路中央側の侵食速度が大きい理由は明らかである。また、横断形状に着目すると、水路中央方向に横断勾配がついており、水路中央への砂礫の集中が一層進行し、中央部の侵食が進むことが予想される。

(2) 水路底面の形状変化

写真1は、通水12時間後における水路底面の侵食の様子である。下流端から20m付近までに緩やかな蛇行が見られる。図5に、通水2時間後、12時間後、45時間後における底面侵食深コンターを示す。通水2時間後では、水路底面が全体的に侵食を受けているが、12時間後では、水路の上流側と下流側で侵食量が異なり、上流側の侵食がより深い。45時間後においても同様の傾向がみられるが、その差が小さくなっていることがわかる。このことから、侵食は、上流部の初期損傷がきっかけとなり、上流から進行していくことが説明できる。また底面では、深く侵食されている箇所と、そうでない箇所が交互に現れており、縦断方向に波打つ底面形状が形成されている。また、深く侵食されている箇所の平面的な位置は経時的にほとんど変化していない。

(3) 礫の移動速度

図6に、一定流量の条件のもとで、 $Q_B=0.4/s$ の砂礫の連続供給時と供給なし時($Q_B=0$)における礫の移動速度と平均粒径の関係を、砂礫の形状別に示す。礫の移動速度は、粒径が大きくなるほど減少しているが、礫形状の違いによる影響はほとんど現れておらず、いずれの形状においても同様な傾向を示すことがわかる。

また、砂礫供給時には、他の移動砂礫による流れの抵抗増大の影響を受け、この場合には礫の移動速度平均的に0.5m/s小さくなっている。

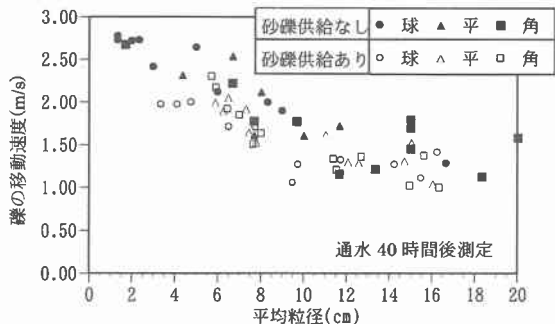


図6 礫の移動速度

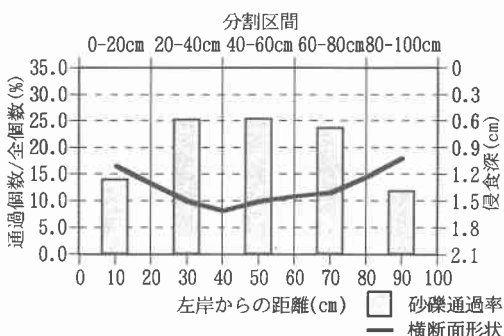


図4 砂礫の断面通過率・横断面形状

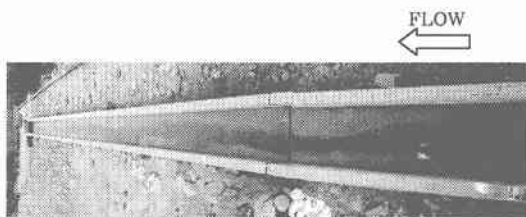


写真2 12時間後の底面の侵食

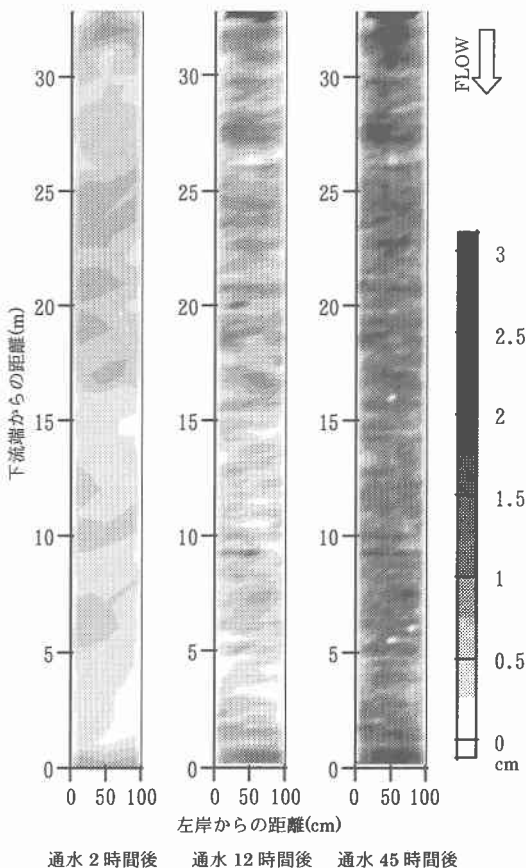


図5 底面侵食深コンター