

多量の流送砂礫によるコンクリート水路底面の侵食機構

西松建設株式会社 正会員 ○正木 丈也 広島大学 7E0-会員 福岡 捷二  
国土交通省温井ダム工事事務所 正会員 野津 誠 広島大学大学院 学生員 Julio Masis

1. 序論

ダムは治水, 利水, 環境の面で大きな効用を与えている。しかし, いくつかの問題点を抱えているのも事実である。その一つに堆砂問題がある。特に, 堆砂問題の解決は大変重要である。排砂施設の設置は解決策の一つである。本研究の目的は, 排砂水路コンクリート床面の粗骨材の流出に伴う河床侵食形態の変化を明らかにし, 設計に資することである。

2. 実験方法

実験は, 図 1 に示すコンクリート製の大型直線水路を温井ダム湛水予定池中に設置し, 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。また, 固液混相流の流速や流れ場を調べるために, トレーサーを投入しビデオ撮影した。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 0.1m<sup>3</sup>/min であり 9 時間後から 45 時間後までは 0.4m<sup>3</sup>/min である。45 時間後から 92 時間後でも 0.4m<sup>3</sup>/min である。

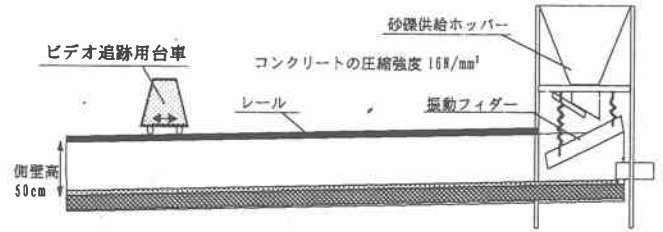


図 1 実験水路

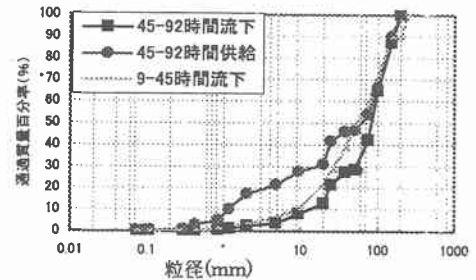


図 2 粒度分布

2. 実験結果及び考察

(1) コンクリート河床侵食に及ぼす粗骨材の影響

下流端から 18m の左岸近傍について, 露出している粗骨材の面積率と侵食深を経時的に計測した。両者の関係の経時変化を図 3 に示す。この図から, 通水 40 時間を越えた辺りから, 表面積に占める粗骨材の割合がほぼ一定となっている事が分かる。粒径 18mm 以上の割合も通水 76 時間を境にほぼ一定値となっている。一定値となるのは, 河床コンクリートにおける粗骨材の配合比が関係している。河床表面に占める粗骨材面積の割合が一定となる時間の侵食深を図 4 で見ると, 侵食深のグラフの傾きが変化する遷移部の値である。つまり, 通水 35 時間までは河床粗骨材の露出面積の増大期, 47 時間以降は露出面積の安定期である。この増大期と安定期では約 3 割の侵食速度減少がある。河床粗骨材の特性は以下の通りである。コンクリートの種類: 高炉セメント B 種, 強度: 16N/mm<sup>2</sup>, 粗骨材最大寸法: 40mm, 表乾密度: 2.68, 吸水率: 0.98%, すりへり減量: 13.2, 軟石量・粘土塊: 0.00%, 安定性: 2.5%

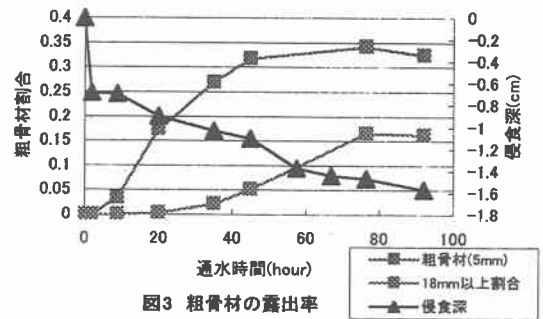


図 3 粗骨材の露出率

(2) 縦断方向の周期的な河床侵食と蛇行の発達

図 5 は水路底面の侵食深コンターである。実験当初は, 水路上流部と下流部では侵食深の差が大きかった。しか

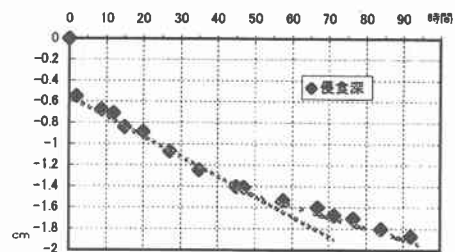


図 4 平均侵食深経時変化

し、徐々にその差はなくなり通水 92 時間時点においてはその差は殆どない。この理由として、水路上流部は河床コンクリート中の粗骨材が露出するのが早く、それらが侵食に抵抗し侵食速度が遅くなったことが考えられる。今後は上流部・下流部共に同じように徐々に侵食されていくものと考えられる。河床の侵食波長は 1.2 m~2m 程度である。本実験では、水深(6cm)に比べ砂礫の粒径が大きいので、跳躍距離が短く、滑動・転動により流下する砂礫が多いため、周期が短くなったと考えられる。水深を大きくすれば縦断方向の侵食の周期はこれより大きくなるものと考えられる。

今回の実験では周期 7m~8m の水平方向の蛇行が見られた。水路底面における蛇行の発達について以下のように考察することができる。砂礫は形状の影響及び流況の影響で横断方向への移動を伴いながら流下するため、緩やかな曲率を持つ初期損傷ができる。それが影響し砂礫は自然と蛇行部に集中して流下しやすくなる。損傷が進むと粗骨材が露出したし、ますます蛇行が発達する。

(3) 移動砂礫周囲の流れ

多量の砂礫を流送する流れ場の水の挙動を、比重 1.0 程度のトレーサーを用い、それらの挙動のビデオ撮影により調べた結果を図 6 に示す。測定区間距離は 2m であるが、最大 3m/s、最小 1.5m/s であり、砂礫供給による流速の加速・減速の幅は非常に大きい。ちなみに、砂礫非供給時の水面下平均流速は 2.75m/s 程度である。

砂礫が流れに与える影響を考える。流下する砂礫の大きさによって流れに与える影響度が大きく異なるので、大まかに 3 通りに分類した。小礫群は 5cm 程度、中礫群は 5cm~10cm 程度、大礫群は 10cm 以上の粒径とした。砂礫粒径の増大に伴い周囲の流れの流速が小さくなっている様子がわかる。砂礫の横を通過する時は流速減少が比較的小さい。これは断面積の減少による加速のためである。砂礫の真下及び背後においては最も減速が大きい。飛び越えについては、大粒径砂礫の場合、流れがよどむため大きな減速が見られるが、中程度のものやそれより小さいもの場合上流からの慣性力のため影響を受ける前に通過する。

4. 結論

- ・粗骨材露出面積の増大期から安定期に入ると約 3 割程度の侵食速度の減少が見られた。また、安定期に入ると上流域と下流域の侵食深差がなくなる。
- ・通水を重ねると河床には縦断方向に 1.2m~2.0m の波形状侵食、水平方向に 7m~8m の蛇行の周期が現れる。これは、初期損傷がきっかけで砂礫が集中して通過する場所が時間的に変化しないため
- ・砂礫の粒径が大きいほど砂礫の周辺の流速場に大きな影響を及ぼす。大粒径砂礫の前面、背後、下部において平均約 2 割の減速がある。

参考文献

福岡捷二, 渡辺高士, 小林正幸ら: 多量の流送砂礫によるコンクリート製排水水路底面の侵食, 蛇行に関する実験的研究, 河川技術に関する論文集, 第 6 巻, pp. 363-368, 2000.6

