

ダム排砂用コンクリート水路インバートの磨耗進展機構の基礎的研究

広島大学大学院 学生会員 ○溝本剛志
 広島大学大学院 学生会員 Julio Masis

広島大学大学院 フェロー会員 福岡捷二
 神戸市消防局 正会員 小林正幸

1. 序論

ダムにおける堆砂が治水上、環境上問題となっている。その対策としてコンクリート製の排砂水路を用いると、多量に流下する流送砂礫により排砂路のインバートが侵食を受け、機能上問題となる。このようなインバートの侵食機構の解明と、その設計法の確立が求められている。本文では、昨年まで2年間行われた温井ダム堰水池でのコンクリート水路排砂実験により得られた結果に基づき、石橋¹⁾によって提案された浸食量推算手法と実測値を比較検討する事で、この手法の抱える課題を示し、礫による侵食機構解明へのステップアップを目的としている。

2. 実験及び条件

実験は水路長 32.8m、水路幅 1mのコンクリート製水路に多量の砂礫と水を混合して流下させ、水路底面に発生する侵食状況等を経時的に測定し、データを得てきた。

3. 解析方法

石橋の提案した浸食量推定法¹⁾は、排砂路の受ける損傷量が水路床に衝突する礫の総運動エネルギーと関係があるとして導かれたものである。この手法の概要を図1に示す。最終的には砂礫の総運動エネルギー、及び摩擦による総仕事量を流れの掃流力として求め、浸食量に結びつけている。しかし、求めた浸食量の精度を議論するためには、それを導くまでに算出した様々な物理量についても実測値との比較を行う必要がある。本研究では、通水 45 時間までに礫が水路床に衝突した際に与えた衝撃力、及び礫の流下速度について検証を行った。衝撃力に関しては実験時に測定できない値であったので次のように考えた。通水 45 時間まではホッパー直下の浸食量と供給砂礫量にほぼ比例の関係が見られる²⁾。この関係より、落下衝撃に対する水路床の強度を導き、水路全体の浸食量に対して拡張して使用する事で実測値に基づく衝撃力として求めた。また、図2のように実験終了後の水路床の浸食深コンター図上に、その地点での大粒径粗骨材の分布状況を表示し、浸食量の大きい領域、及び浸食量の小さい領域に対してそれぞれの領域内における表面上の大粒径粗骨材占有率を計算し、両者を関係づけた。ここで、大粒径粗骨材とは粒径が 2~4cm の粗骨材の事を示している。

4. 解析結果

温井試験の結果²⁾を基に、石橋の計算に沿って算出し

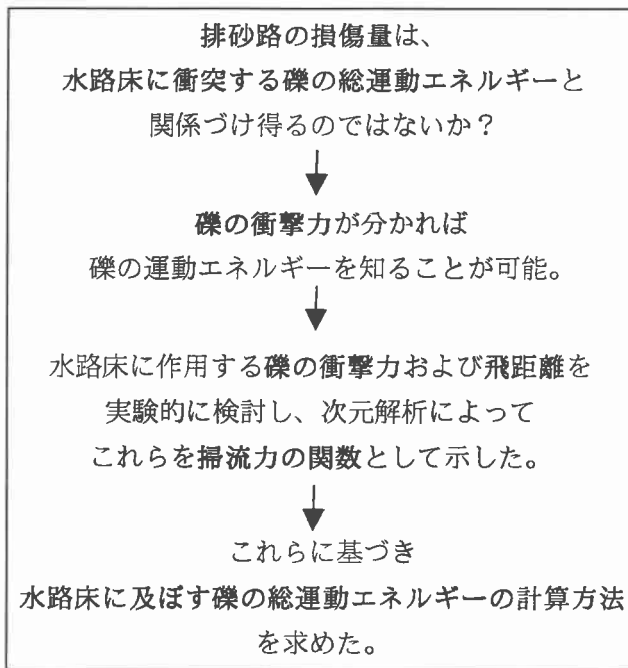


図1 (a) 石橋の浸食量推定法の基本概念

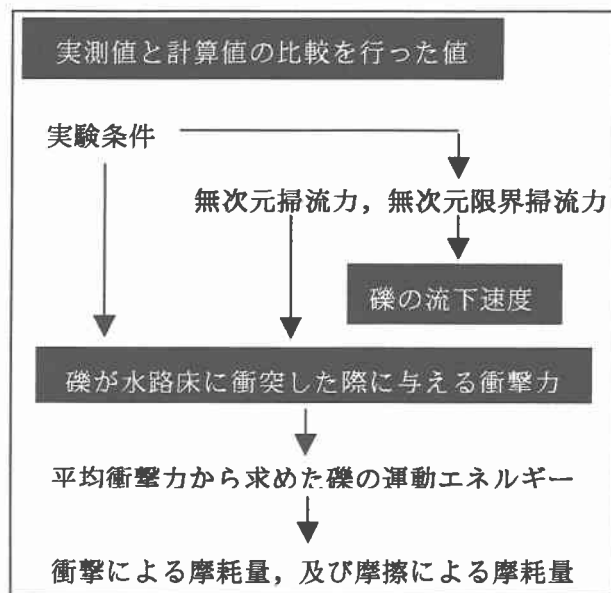


図1 (b) 実測値と計算値の比較を行った値と計算手順概要

た単位浸食量は $1.32 \text{ (cm}^3/\text{cm}^2)$ である。一方、実測した平均単位浸食量は $1.15 \text{ (cm}^3/\text{cm}^2)$ であり、ほぼ同程度の値を示した。しかし、この結果を評価するためには計算途中に算出した物理量に関する計算値と実測値の比較を行う必要がある。まず粒径ごとの砂礫流速の計算値と実測値を比較し、図 3 に示す。この結果を見ると、粒径が 5cm より大きな礫になると実測値との差が生じるようである。次に衝撃力に関する比較結果を表 1 に示す。実測値に比べて計算値が大きかった理由としては次の二つが考えられる。第一の理由としては石橋の推定法では全ての砂礫が跳躍を伴うとされていた事が挙げられる。もう一つの理由として、石橋の計算には浸食を受けた水路床の粒度組成の経時変化が考慮されていない事が挙げられる。この事より、これらの変化を定量的に評価する必要がある。図 2 に示した領域内での大粒径粗骨材の面積占有率の計算結果を表 2 に示す。表 2 から、大粒径粗骨材の面積率により、浸食量は影響を受けることが分かる。また、大粒径粗骨材の面積率と浸食量の時間的変化を図 4 に示す。水路床上での大粒径粗骨材の露出に伴い浸食速度は低下し、やがて一定化する。先の結果を含めると、大粒径粗骨材の露出面積率変化は浸食量の経時変化の計算を行う上で重要な量と考えられる。

5. 結論

本研究では、温井試験の結果から、石橋の計算手法の問題点を指摘した。また、排砂路に用いるコンクリートが浸食を受ける事によって、経時的に露出する大粒径粗骨材の存在が抵抗となることから、これらの表面積率を計算し、礫の衝撃に対する抵抗として取り入れる必要があることを明らかにした。

参考文献

- 1) 石橋毅：ダム排砂設備の流下砂礫による摩耗・損傷に関する水理学的研究，土木学会論文報告集第 334 号，pp.103-112，1983.

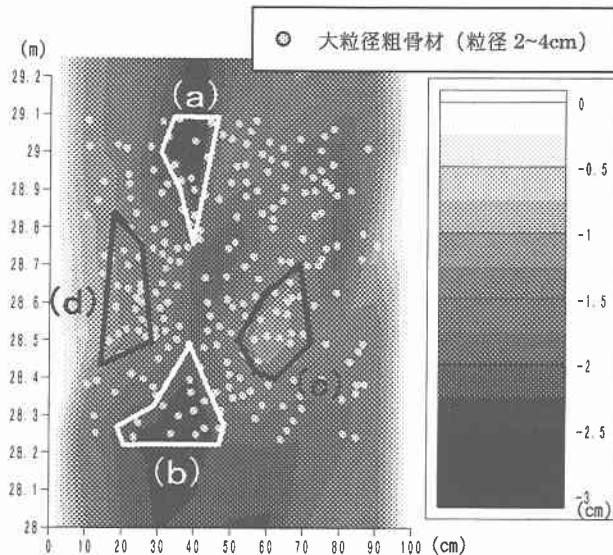


図 2 浸食深コンター図 (通水 92 時間後)

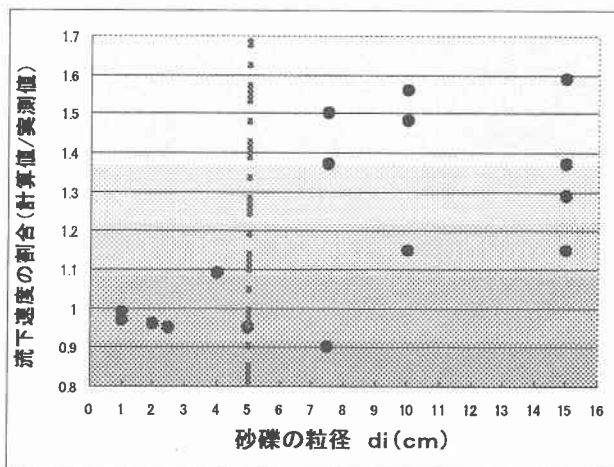


図 3 砂礫流下速度の実測値と計算値の比

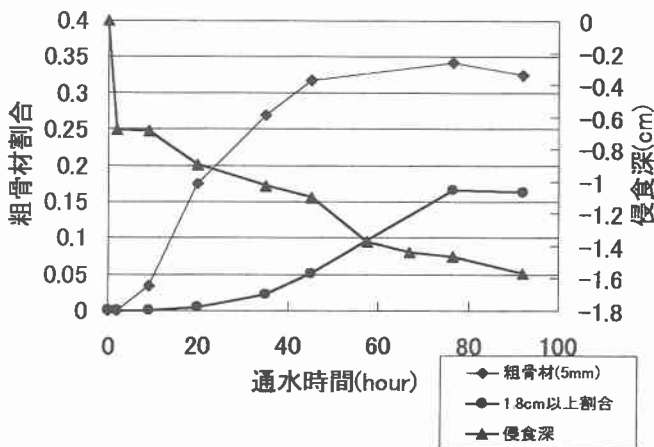


図 4 大粒径粗骨材の面積率と浸食量の時間的変化

表 2 大粒径粗骨材の表面積占有率と浸食量の関係

エリア	大粒径粗骨材の面積占有率	領域の平均的な単位浸食量
a	11.87%	2.27cm
b	13.04%	2.24cm
c	20.05%	1.39cm
d	25.66%	1.44cm

表 1 実測値に基づく衝撃力と石橋の計算により導いた衝撃力

ホッパー直下部の衝撃力から拡張して求めた	
水路床全体に一秒間に与えた衝撃力	$5.66 \times 10^2 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$
石橋の手法に基づき求めた	
水路床全体に一秒間に与えた衝撃力	$4.62 \times 10^3 \text{ (kg} \cdot \text{m/s)}$