

排砂バイパストンネルの摩耗量に関する研究

名城大学大学院 学生会員 ○ 櫛濱学
 国土交通省近畿地方整備局 宮本博司
 名城大学教授 フェロー会員 鈴木徳行
 名城大学大学院 学生会員 青木誠司

1. はじめに

近年、我が国では洪水調節や水資源開発などの目的で多くのダムが建設されており、水質問題や堆砂問題が生じている。これらの問題の解決に対し、極めて好ましいシステムがバイパストンネル排砂システムである。しかし、排砂トンネルの最も大きな課題となるのは摩耗・損傷である。摩耗防止対策を実施するには、摩耗の進行状況を把握し予測する必要がある。そこで本研究は、実際に使用されたNダム排砂バイパストンネルの実績河床摩耗量と石橋の式から得られる河床摩耗量とを比較検討することにより導き出された算定式を用いて、排砂バイパストンネル建設が検討されている他流域ダムであるKダム、Mダムについて河床摩耗量を算出し、算定式の適応度、Kダム・Mダム排砂トンネル補修時期の予測について検討した。

2. 摩耗量の算出方法

仮排水路トンネルへ流入する時間流量を用いて摩耗量の算出を、図-1に示すフローチャートの手順を踏み行った。また、摩耗量算出において全流量をもとに摩耗量を算出したものの実績摩耗量との差異が大きかったため、全量流を洪水時流量、平常時流量とに場合分けを行った。

次に砂礫の総運動エネルギー E_t を(式-1)より算出した。

$$E_t = 1.5V_s \sum E_i N_i n_i \dots \dots \dots \text{(式-1)}$$

ここに、 E_t ：総運動エネルギー(Nm)

V_s ：流入土砂量(m^3) n_i ： $1m^3$ 中の粒径別の個数

N_i ：呑口から吐口間を流下する時の衝突回数

E_i ：平均衝撃力から求めた砂礫の運動エネルギー(Nm)

次に水路区間を流下する砂礫の摩擦力による総仕事量 W_{xt} を(式-2)より算出した。

$$W_{xt} = 5.513\mu_s V_s \sum (u_{gi}/v_{yi}) E_i N_i n_i \dots \dots \dots \text{(式-2)}$$

W_{xt} ：総仕事量(Nm) μ_s ：動摩擦係数(0.3) (U_g/V_y) ：衝突角度

コンクリートの損傷係数を用い総運動エネルギーより、損傷摩耗量を算出した。また、コンクリートの摩擦係数を用い総仕事量より、摩擦摩耗量を算出し、総摩耗量を(式-3)より算出した。

$$V = C_1 E_t + C_2 W_{xt} \dots \dots \dots \text{(式-3)}$$

V ：摩耗量(m^3) C_1 ：コンクリート衝撃による損傷係数(1.189×10^{-7})

C_2 ：コンクリート摩擦による摩擦係数(1.135×10^{-8})

3. 算出結果および考察

結果(表-1)はバイパス排砂トンネルを10年間使用したときにおける河床摩耗量および平均摩耗深さを示した。測量による実績摩耗量、実績摩耗深さのデータがあるNダムと算出式より求めたKダム・Mダムとを比較すると、排砂トンネル長が約10倍と長くなっているため摩耗量に大きな差が見られるが、平均摩耗深さ

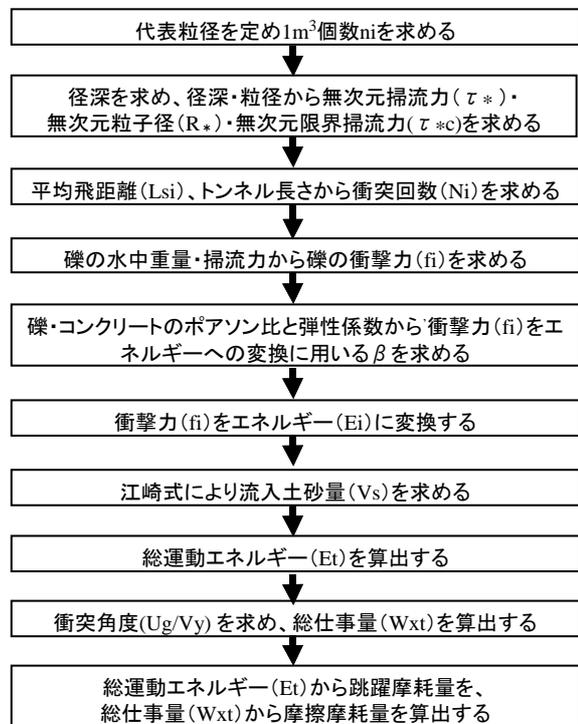


図-1 摩耗量の算出手順

キーワード：排砂バイパストンネル、摩耗量

連絡先 〒458-0914 名古屋市緑区有松町桶狭間平塚 10 桶狭間荘 4-812 TEL052-621-4976

について見るとNダムとKダムは約 0.7(m) と近い値をとることが分かる。Mダムは 0.23(m)と約 2/3 と小さい値となったが、流入土砂量、平均流入量と他の2ダムと比べると小さく、図-2, 3, 4 は各ダムの粒径別摩擦耗量を表したグラフを見ると分かるように摩擦耗に影響を与えるような大粒径を流下させるような掃流力のある流入量が少ないことが大きな要因だと考えられる。

また、Nダムにおける摩擦深さにおいては同様ではなく、摩擦の最も深いところで 0.95(m)と呑み口の部分が深掘れしているため、Kダム・Mダムの摩擦量算出の際には約 3 割り増しで考える必要がある。

次に、各ダムの粒径別摩擦耗量について述べると、Nダムについては 41.52(mm)と中粒径、Kダムについては 67.78(mm)と大粒径、Mダムについては 33.75(mm)と中粒径が摩擦の主要因と言うことが分かる。以上のことより浮遊砂だけではなく掃流砂も摩擦の主要因となりうる粒径以下の土砂をある程度下流へ流下させることによって、摩擦の進行を遅らせることだけではなく、深刻な問題である堆砂の進行もある程度遅らせることができる。

4. まとめ

本研究では、Nダムの排砂バイパストンネルの実績摩擦耗量と改良された石橋式との比較より導き出された算出式の他流域における他ダムにおける適応度について検討してきたが、算出された結果を見る限りでは事例として述べられている範囲内に収まっていることから十分適応できると考えられる。

補修時期においては、最深掘れ部が 10 年間で約 1(m)となるため、最深掘れ部では鋼板などを用いることが考えられるが、現状のままならば流入量の変化によるが 5 年間隔で補修・メンテナンスを行っていくことが望ましい。

5. 参考文献

1. Nダム工事事務所：Nダム堤外仮排水路の摩擦状況調査資料，1999
2. T川ダム統合管理事務所：Kダム土砂管理計画資料，pp.10~18,1999
3. M川総合開発工事事務所：Mダム恒久堆砂対策資料，P2~8

表-1 摩擦量の算出結果(10年間)

	Nダム	Kダム	Mダム
堆砂量(m ³)	10,000,000	13,433,000	6,932,000
実績比堆砂量(m ³ /年/km ²)	589.00	1065.00	1214.00
河床勾配	1/149	1/48	1/100
排砂バイパストンネル全長(m)	529	4000	4200
平均流入量(m ³ /s)	14.76	58.32	13.95
最大流入量(m ³ /s)	2346.60	177.86	176.69
跳躍摩擦量(m ³)	217.56	2178.58	562.06
摩擦摩擦量(m ³)	555.92	5128.20	1432.86
総摩擦量(m ³)	773.68	7306.78	1994.92
平均摩擦深さ(m)	0.70	0.68	0.23

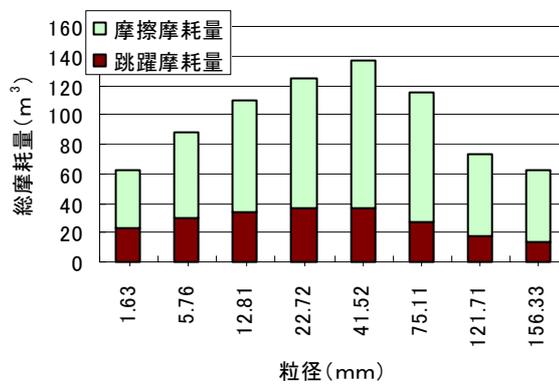


図-2 Nダム粒径別摩擦耗量

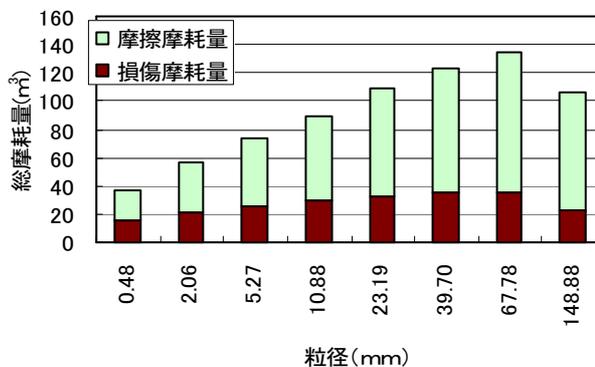


図-3 Kダム粒径別摩擦耗量

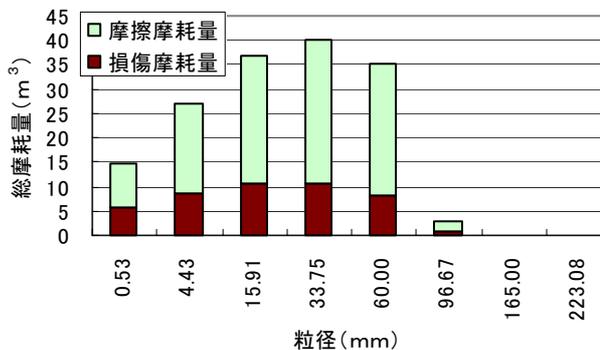


図-4 Mダム粒径別摩擦耗量