

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
名城大学大学院教授 フェロー会員 鈴木徳行
名城大学講師 正会員 櫛田祐次
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、研究対象としたNダム排砂バイパストンネルの河床摩耗量の算出を石橋の式を用いて行い、算出値からNダムにおける摩耗のメカニズムの把握、実際のトンネルでの適応度、実績摩耗量と算出摩耗量との比較を行った。さらに、摩耗量の簡易算出・予測について検討した。まず、研究対象である排砂トンネルの摩耗に関する現況を次節に記す。

2. 研究対象とした仮排水路トンネルの概要

対象とした仮排水路トンネルは平成元年から現在まで使用され、全長は529m、勾配は1/149、摩耗は約10～70cmの幅で呑口から吐口まで続いており、摩耗の最も深い所で95cm、摩耗量は762.2m³ある。摩耗の現況として、図-1のように呑口付近から200m前後までは、トンネル中心線を中心に深掘れ部が小さく蛇行している。その後、呑口から210m付近から左岸側と移っている。さらに、呑口より320m付近から深掘れ部の摩耗の傾向が弱まり、呑口より420m付近から再び深掘れを呈しながら右岸側へと移動していることが解かる。そこで、次節では河床摩耗量の算出を試みた。

3. 摩耗量の算出

3-1 算出 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-2に示すフローチャートの手順を踏み行った。ここで、アーマーコート considering、流入土砂量は流量10m³/s以下の流量では発生しないと仮定し、算出を行った。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い算出した。結果(表-1)は総摩耗量が実績摩耗量の約80%と、全流量に比べ実勢摩耗量に近づいた値を得ることができた。平

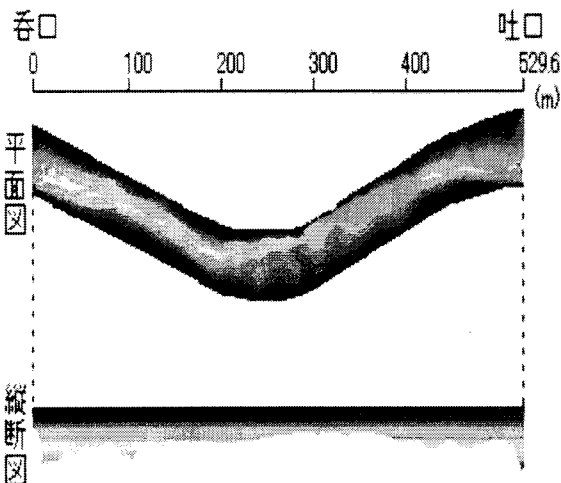


図-1 仮排水路トンネルの平面図、縦断面図

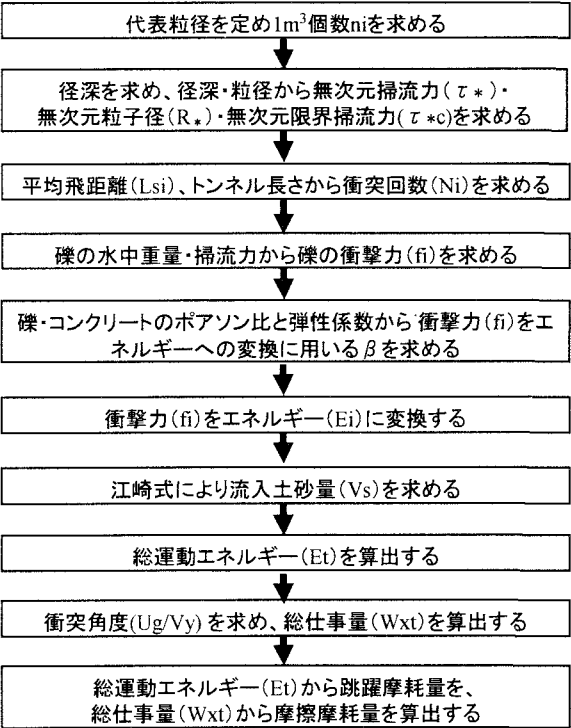


図-2 摩耗量の算出手順

常時と洪水時の場合わけをした結果、平常時にも無視できない値をとることが解かる。また、洪水が起こっている時間は短いが洪水時の摩耗量は大きな値を示している。摩擦摩耗量は、跳躍摩耗量に比べ大きな値を得た。砂礫は進入角度が小さい大粒径のもののほど、接触している微小距離が長くなり、摩擦摩耗量は大きくなる。そこで、大粒径による摩耗量が多いという推測が立てられる。

次に粒径の分類に着目すると、算出結果より上のようなグラフ(図-3)が描かれる。摩耗は先の結果より大粒径という推測が立てられたが、代表粒径が 30.75mm と 62.04mm の小から中粒径によるものが大きいことが解かる。ここまで、粒径を7分類として算出を行ってきたが、7分類が算出に適しているかは不明である。そこで、次節では粒径の分類について検討を行った。

3-2 粒径の分類 洪水時と平常時に場合分けをし、粒径の分類数を2～13分類まで増加して、比較・検討を行った。その結果、摩耗量は5～13分類の値が安定し、その値は598.05m³となり、実績摩耗量762.20m³の80%という値を得た。以上の結果より、摩耗量の算出にあたり分類は簡易的にするため、また安全を考慮して、6または7分類程度が良いと考えられる。しかし、図-4から6・7分類で、また洪水・平常時に場合わけをしたとしても摩耗量の算出値は実績値に及ばないことが解かる。そこで、摩耗量の補正について検討を行った。

跳躍による摩耗量と摩擦による摩耗量は、相対的には極端に変化しないものとし補正を行った。その結果、前節と同様に5～13分類の補正量が安定し、5～13分類における補正量の平均値である27[%]を採用した。補正量を用い洪水・平常時の摩耗量を算出した結果、図-5で表したように5～13分類の摩耗量の平均値は実績摩耗量の99%であった。

3-3 まとめ 本研究では、仮排水路トンネルの摩耗に着目して摩耗量を算出し、実績値との比較・検討を行った。摩耗量の算出を行った結果、全流量で算出するのは難しく、洪水・平常時に分け算出した方が比較の実績値に近い値を得ることが示された。また、粒径の分類数は6または7分類が適当であることも解かった。ここで、摩耗量は跳躍よりも摩擦により進行することが明らかとなった。さらに、摩耗の進行は小から中粒径によるものが大きいことも判明した。

表-1 摩耗量の算出結果(平常時+洪水時)

	平常時流量(m ³)	洪水時流量(m ³)	合計(m ³)
跳躍摩耗量	67.42	103.80	171.22
摩擦摩耗量	172.45	263.59	436.03
総摩耗量	171.22	436.03	607.26
実績摩耗量	-	-	762.20

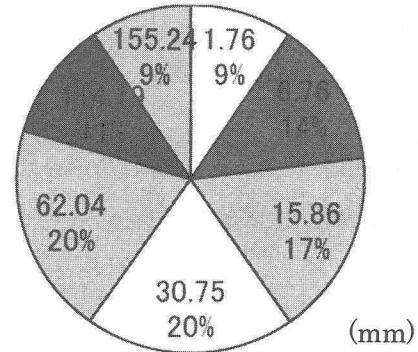


図-3 総摩耗量代表粒径別摩耗率(%)

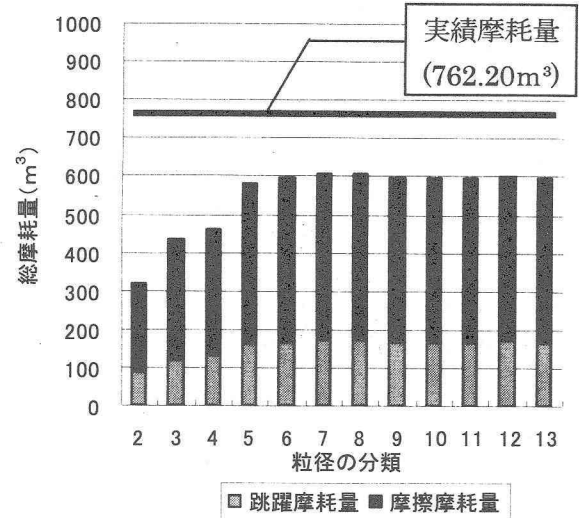


図-4 摩耗量(洪水・平常時)

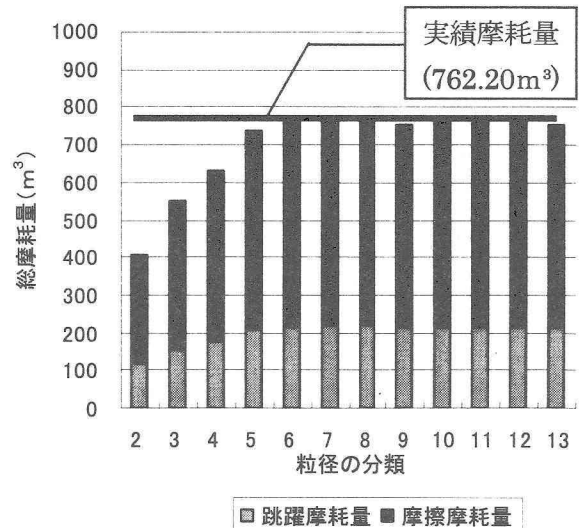


図-5 補正値を用いた摩耗量(洪水・平常時)