# バイパストンネル摩耗の予測に関する研究

名城大学　学生員○長瀬　隼将
愛知県　　正会員　白村　暁
名城大学　正会員　櫛田　祐次
名城大学 フェロー 鈴木　徳行

## 1.はじめに

ダムの建設により，流水の滞留に伴って水理学的変化が起こり，その結果水質問題や堆砂問題が生じる．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り，近年のダムに採用されるようになった．しかし，このシステムにも様々な課題があり，最も大きな課題となるのはバイパスの摩耗・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，Aダムの仮排水路摩耗実績を参考にし，インバート摩耗量の予測について検討を行なったものである．

## 2.算定方法

筆者らは摩耗の主要因を洪水時に流下する掃流砂の跳躍・すべりによる衝突のみとし，摩耗量はその衝突時のエネルギーEに比例すると考えられる．そこで，運動エネルギーの公式を変形(式-1)し，バイパストンネル内を跳躍するもの，すべりを生じるものとに掃流砂を区分してエネルギーを推算し，摩耗量を算定した．

$$E_i = \frac{1}{2g}\left(\frac{Vs}{b}\times\frac{Ci}{100}\times\gamma_t\right)v^2\times K_i \quad (i=1,2) \cdots\cdots (式\text{-}1)$$

$E_1$・$E_2$：跳躍及びすべりのエネルギー　$K_1$・$K_2$：跳躍及びすべりの補正係数
$C_1$・$C_2$：跳躍及びすべりの寄与率　$\gamma_t$ 湿潤単位体積重量　$v$：流速　$V_S$：流入掃流砂量

$$t = t_1 + t_2 = E_1 \cdot \alpha_1 + E_2 \cdot \alpha_2 \cdot \beta, \quad \beta = \left(\frac{dm}{50}\right)^{0.5} \cdots\cdots (式\text{-}2)$$

$t_1$・$t_2$：跳躍及びすべりの摩耗量　$\alpha_1$・$\alpha_2$：跳躍及び摩耗係数　dm：土砂の平均粒径

上式に含まれる流入掃流砂量の推算は次のよう求めた．

洪水流量は次式とAダム上流付近の平均河床勾配により $Q \geqq 174(m^3/s)$とし，洪水流入量を算出した．

$$Q \times S \geqq 1 \cdots\cdots (式\text{-}3)$$

Q：洪水流入量　S：貯水池上流付近の平均河床勾配

算出した洪水流入量を用いて，江崎公式により流入掃流砂量を推算した．

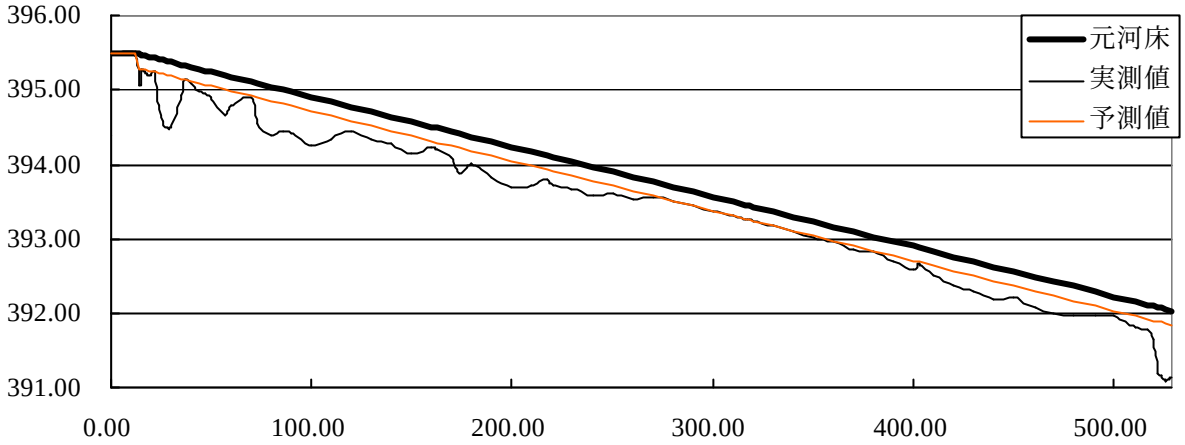
平成元年～11 年までの総流入掃流砂量を基に各寄与率におけるエネルギー，摩耗量を算出した．これにより，寄与率を以下のように関数式で表した．

$t = -44.2\ C_2 + 4468.0$　（$0 \leqq C_2 \leqq 100$）

$C_1 = 100.0 - C_2$　（$0 \leqq C_1 \leqq 100$）　t：摩耗量 ……(式-4)

ここで，摩耗量を簡易的に求めるため，算出した各地点の寄与率のすべり・跳躍の平均値をとると，それぞれ 92.21%，7.79%となり摩耗の大部分はすべりが支配していると考えられる．そこで，さらに摩耗量を簡易的に求められるように，すべりの寄与率を 100%とし算出した．

キーワード：バイパストンネル，摩耗
連絡先：（名古屋市天白区塩釜口一丁目 501 番地，052-832-1151）




図－1　すべりを100％としたときの摩耗量

しかしながら，この時の摩耗量は 192.39mm となり，実績摩耗量の平均値である 390.41mm とは大きく異なった算出結果となった．結果により，すべりの寄与率を 100%とおいて摩耗量を予測することは難しいと考えられる．そこで，すべり・跳躍の寄与率を最初に求めた 92.21%，7.79%と固定し算出を行った．

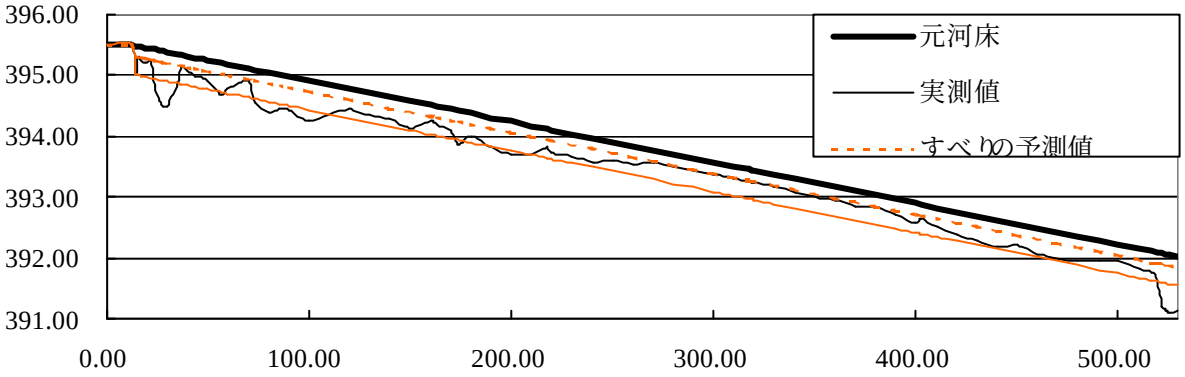



図- 2 すべり, 跳躍を一定としたときの摩耗量

この時の摩耗量は 408.31mm となり，実績摩耗量に近い算出結果が得られた．この算出された摩耗量のうち，すべりによる摩耗量は 142.41mm，跳躍による摩耗量は 265.90mm であった．値からも読み取れるように，摩耗全体の約 1/3 は跳躍が占めている．そこで，算出するにあたり跳躍による摩耗は無視できないものであると考えられる．

しかし，上図より場所により予測値をはるかに上回る実測値も生ずるため，実際にバイパストンネルを設計・修復する際には，その部分的に上回る値も考慮しなくてはならない．そのためには，補正係数等をさらに深く検討する余地があると考えられる．

さらに，今回は洪水時のみを取り上げ算出したが，平常時にも摩耗は僅かながらも進行しており，長期間をとり予測する時には，これも無視できないものであると考えられる．

## 3.結論

バイパストンネルは常に摩耗が進行しており，将来的に修復が必要となるため，摩耗厚を推算してトンネル敷厚の決定，および補修に適切な時期を推定することが重要となる．そこで，将来の洪水流入量が分かれば，本推定式を用いて摩耗量の簡単な予測ができ，トンネル敷厚の決定および補修時期の推定が可能と考えられる．