

VII-23 河川におけるトンネルズリの移動に関する現地実測

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○和田 梓
 高知工業高等専門学校 フェロー 多賀谷 宏三
 (株)西日本科学技術研究所 野村 史枝 福永 泰久
 高知県中村土木事務所 坂本 裕之

1. はじめに

現在、我が国の河川は河床変動の問題に直面している。原因は、①上流からの供給土砂量の減少、②中下流部からの大量砂利採取等が考えられる。この河床変動に対し、河床材料を自然の力で補給するのは困難な状況であり、人工的に補給する試みが成されている。本研究は、河床材料としてトンネル工から発生した最大粒径300mm程度のズリを補給することにより、河床変動抑制及びズリの有効利用を図るために行う。そのため、補給ズリ自体の転動、また固定河床材料への他の転動河床材料の衝突・擦りによるすりへりの特性、及び補給ズリの流下特性等を把握する必要があるが、ここではズリの流下移動実測を行ったので報告する。

2. 実測の目的

出水時、ズリが河床を移動する距離・方向及び流速との関係を調べる。

3. 材料及び実測方法

3.1 実測に使用したズリ

高知県中村市久保川地区、国道441号道路改築事業で発生した久保川トンネルのズリ(C_H~C_L, D級の四万十帯砂岩)を使用する。

3.2 ズリの設置地点及び設置方法

ズリ設置地点は高知県中村市久保川地区で、四万十川の上久保川合流点付近で、流速が大きい地点(A地点)、流速が中位の地点(B地点)、流速が小さい地点(C地点)の3ヶ所とした。図1にズリ設置位置図を示す。ズリは大きさにより3種類に分類し、長径、中径、短径及び重量を測定した。表1に各地点に設置したズリの大きさとその個数を示す。各設置地点には、20m四方の枠内に2m間隔でメッシュを作り、その節点にズリを配置した。さらに、第1回実測後、A地点に配置したSサイズのズリの多くが流され発見できなかったため、A地点にズリ(Bサイズ:10個、Mサイズ:20個)を追加し、また、設置方法の違いによる移動状況を比較するため、A地点下流側の基準杭上にズリ(Bサイズ:20個、Mサイズ:32個、Sサイズ:58個)を山積みにした。

3.3 実測の時期

実測は、表2のように平成15年12月~平成16年9月の間に4回行った。第1回、第2回は出水約1週間後の平常時水位に戻った時期に行ったが、第3回は出水約1ヶ月後であった。さらに、その後、5回出水があったため補足実測を行った。

3.4 移動距離の測定法

各ズリの移動距離が50m以内のものは各設置地点基準杭からの距離を巻尺で、50m以上のものは携帯型GPSで測定した。

4. 実測結果及び限界掃流速度の推定

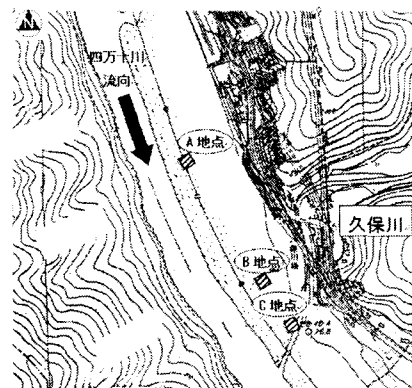


図1 ズリの設置位置図

表1 各地点に設置したズリの大きさとその個数

サイズ	個数
大(Bサイズ) 200mm以上	各地点10個程度
中(Mサイズ) 100~200mm	各地点100個程度
小(Sサイズ) 30~100mm	各地点100個程度

表2 出水時期と現地調査時期

	出水時期	最大流量 (m ³ /s)	実測時期	備考
現場置き	—	—	H15.11.22~11.23	
第1回実測	H15.11.28	2319.7	H15.12.2, 12.4, 12.23~12.24	A地点にズリ(30個)追加, A地点下流側基準杭上に山積みズリ(110個)追加
第2回実測	H16.4.27	1677	H16.5.6~5.7	
第3回実測	H16.6.21	5164.6	H16.7.23~7.24	
補足実測	H16.8.2 H16.8.4 H16.8.18 H16.8.30 H16.9.7	4771.3 2070.0 2121.4 5960.5 3472.1	H16.9.12	ズリの回収・すりへり量の計測

表3 出水時最大流量と各地点付近河川横断面の平均流速

河川横断面	平均流速(m/s)		
	第1回 2003/11/28 2319.7(m ³ /s)	第2回 2004/4/27 1677.0(m ³ /s)	第3回 2004/6/21 5164.6(m ³ /s)
A地点付近	2.85	2.51	3.78
B地点付近	3.02	2.98	3.37
C地点付近	3.30	3.05	4.04

(1) 出水時の最大流量及び平均流速: 出水時の最大流量は国土交通省同第2水位観測所の水位データ(平成15年11~12月, 平成16年4月~6月分)を用い, 平成15年度H-Q曲線より求め, 平均流速は測量結果及び算出した流量を用いて不等流計算により求めた. 結果を表3に示す.

(2) ズリの移動状況: ズリ移動状況を図2~図5に示す.

①第1回実測結果: A地点ズリのSサイズは最大約600m, Mサイズは最大約100m移動したが, Bサイズはほとんど移動しなかった. これは, 流量が中位で流れが砂州の地形に支配され, ズリも砂州を斜めに移動し, その後, みお筋の流れと同方向に移動したためと考えられる. B, C地点では, A地点ほどの移動はなかったが, この2地点で最も移動したズリはB地点Sサイズで, 移動距離は100m程度だった.

②第2回実測結果: みお筋付近に移動していた主にA地点ズリが, さらにみお筋に沿って移動した. また, 流量が小であったため, A地点ズリは最大で第1回実測値よりさらに250m程度の移動であったが, B, C地点ズリの移動はほとんどなかった. 山積みしたズリは下流へ移動・埋没したと考えられ, ほとんど発見することができなかった. これより, ズリを山積みにしても平らに配置しても移動状況は変わらないと考えられる.

③第3回実測結果: 流量が大であったため, 全地点, 全サイズのほとんどのズリが移動した. 特に, C地点ズリが最も移動距離が長い. これは, C地点の断面が小さいことから流速が大になり, 大出水になると河床形状に支配されなくなるためと考えられる.

④補足実測結果: 第3回実測以降, 5回出水があり, 第3回実測で発見できたズリがほとんど発見できなかった. A地点ズリは第3回実測よりさらに下流でいくつか発見した. また, 回収したズリのすりへり率は最大で16%だったが, その他は8%以下だった.

(3) 限界掃流速度の推定: 実測したズリの移動状況及び平均流速より, 限界掃流速度の推定を行った. ズリが移動した時の流速と移動しなかった時の流速の平均値を動き始めの流速とした. 結果を図6に示す. A地点の流速は, 算出した平均流速とほぼ等しいことから, A地点では平均粒径が12~20cm(Mサイズ)程度のズリは2.5~2.7m/s, 20~30cm(Bサイズ)程度のズリは2.5~3.7m/sの平均流速で移動し始めると考えられる. また, B, C地点は砂州の地形が高いことから, この付近の平均流速は算出した平均流速より小さいと考えられる. さらに, S, Mサイズの小さなズリは設置地点及び河床材料とのかみ合わせ状態等により, 平均流速が3.0m/s以上にならないと移動しないものもある.

5. まとめ

以上より, ①ズリは, 流速が比較的小さいときは河床形状に沿って移動し, 流速が大きくなると河床形状による影響は小さく, 河川流による移動が支配的である. ②ズリの中には上流からの土砂供給により埋没したり, 水深の深い場所へ移動するものがある. ③平均粒径が100~200mm(Mサイズ)程度のズリは2.5~2.7m/s, 200~300mm(Bサイズ)程度のズリは2.5~3.7m/sの平均流速で移動し始める. 今後の課題として, 流況解析により設置地点付近の詳細な流況を明らかにした上で, 流速とズリの移動特性に関する検討を行う必要がある.

