河川におけるトンネルズリの移動特性に関する基礎的研究

高知工業高等専門学校専攻科　学生会員　○和田　梓　山岡　摩耶
高知工業高等専門学校　フェロー　多賀谷　宏三
㈱西日本科学技術研究所　非会員　野村　史枝　福永　秦久
高知県中村土木事務所　非会員　坂本　裕之
㈱構造計画研究所　非会員　戸井　隆

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事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．その一環として四万十川現地へ行き，流れによるズリの移動試験を実施した．ここでは試験場所の流況解析を行ったので報告する．

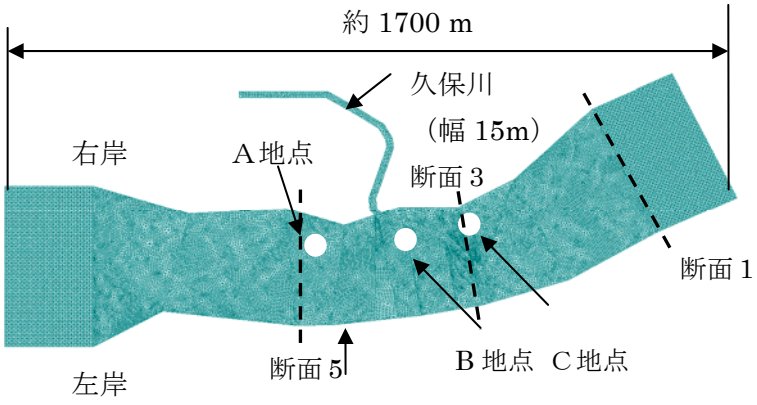

図 1．　解析領域

2.　河川流況の解析

2.1　解析概要

浅水長波方程式による多段階陽的有限要素法を用いた遂次時間積分法により解析を行った．

2.2　解析領域及び解析条件

解析領域は，図 1 に示すように長さ 1700m，最大幅 400mの領域である．解析流量は解析領域下流での実測値 1677m^3/s，2320m^3/s，5165m^3/sより，マニングの平均流速式で求めた速度，水位を各節点に与えている．河床の粗度係数は 0.03，河川勾配は 0.0015 としている．また，節点数は 21295，要素数は 41537 である．なお，久保川の流量は四万十川流量の 1/40 とした．

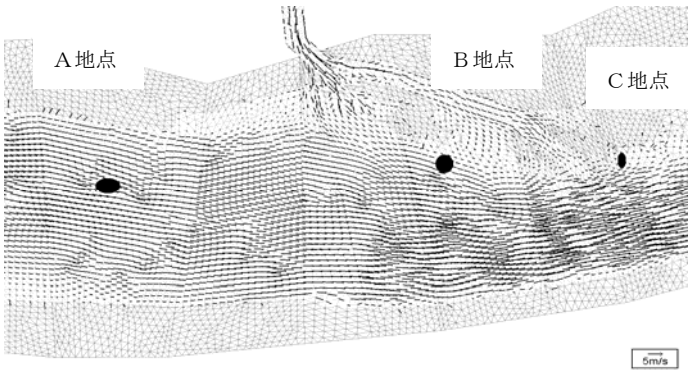

図 2.　流況（流量 1677m^3/s）

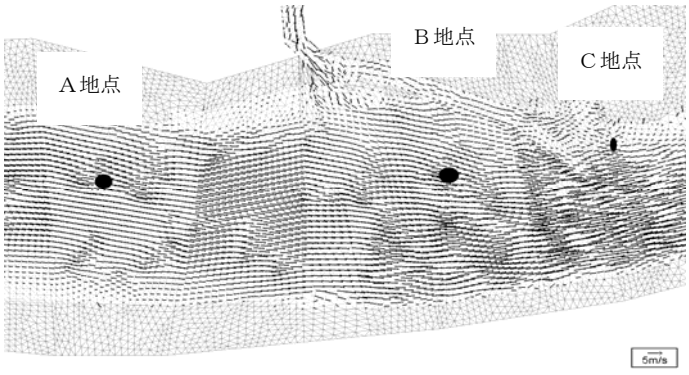

図 3.　流況（流量 2320m^3/s）

3.　解析結果及び考察

解析領域の中央部分の平面的な流速ベクトルを図 2～図 4 に示し，Case1，Case3 に対する横断面 No.1，No3，No5 の流速分布を図 5～図 10 に示す．また，図 1 に示す 3 つの横断面の最大流速と平均流速の比を表 1 にまとめる．

(1) 河川中央部は流速が速く，両岸に近づくにつれて流速は遅くなる．

(2) 右岸側が凸になっているため流量が多くなると最大流速が現れる地点が右岸よりとなる．

(3) 右岸側に澪筋が形成されているが，流量が大きくなるにつれて澪筋の流速に与える影響は小さくなる．また，一般的

に流量が大きくなると河床形状の影響は小さくなる.

(4) 久保川流入口の下流に存在する断面は久保川の影響を直接受けているが, 全体的に影響は小さく, 流量が大きくなると影響は一層小さくなる.

(5) 図 1 に示す 3 ヶ所の横断面における最大流速と平均流速の比は全体的には 1.30～1.81 程度である.

(6) 中間部の断面においては, 最大流速と平均流速の比は大きくなっており, 特に流量の小さいケースにおいてはその比が一層小さくなる.

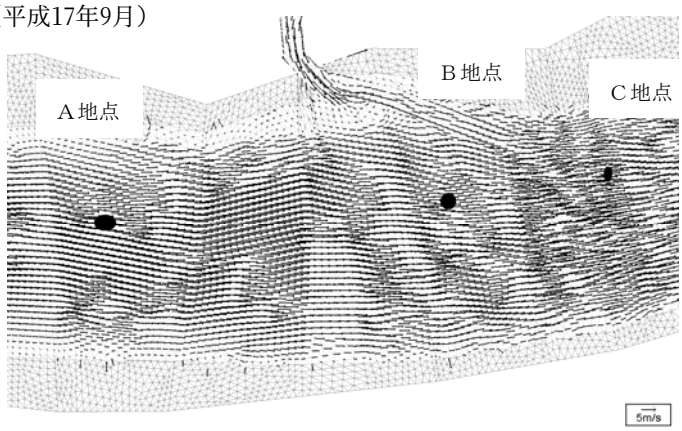

図 4.　流況（流量 5165 m³/s）

(7) A 地点, B 地点, C 地点において, 実流れによるズリの移動実験を行ったが, 流量が少ない場合には下流側が流速が速く, 上流側は流速が遅くなるが, 流量が多くなると傾向は逆転する. また, 流量増加に対する下流側の流速増加率は小さく, 上流側の流速増加率は大きい.

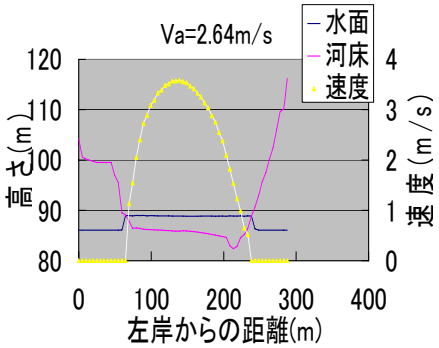

図 5. 上流側横断面 5 の流速分布（流量 1677m³/s）

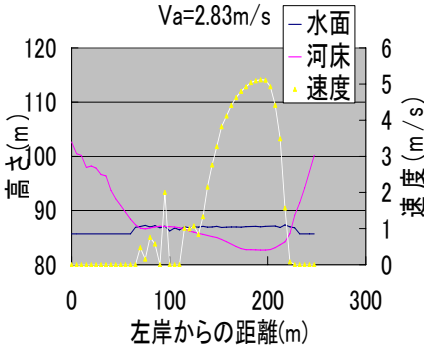

図 6. 久保川合流点下流横断面 3 の流速分布（流量 1677 m³/s）

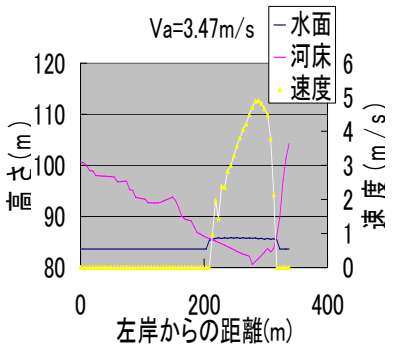

図 7. 下流側横断面 1 の流速分布（流量 1677 m³/s）

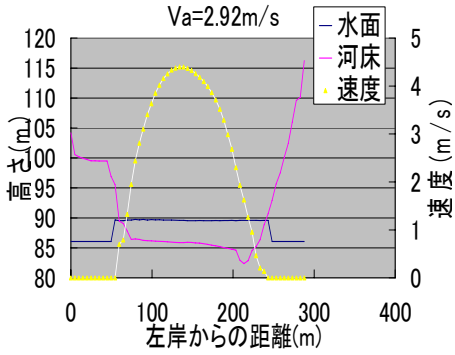

図 8.　上流側横断面 5 の流速分布（流量 5165m³/s）

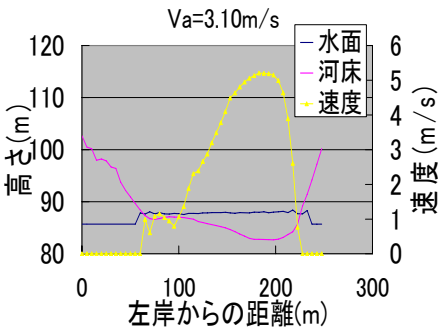

図 9. 久保川合流点下流横断面 3 の流速分布（流量 5165 m³/s）

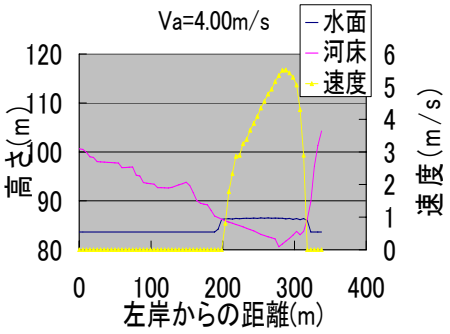

図 10. 下流側横断面 1 の流速分布（流量 5165 m³/s）

4.　おわりに

ここでは実河川の 3 ケースの流量に対する流速分布の解析を行った. 結果は, ほぼ満足できるものと考えられる. 今後は, この流速によりズリが移動するかどうか, また, どの程度移動するのか判定を行う必要がある. これより, ズリの設置場所の決定指針を作成する.

表1.　最大流速Vmaxと平均流速Ｖａとの比

	流量 (m³/s)	上流（断面5）	久保川合流点下流（断面3）	下流（断面1）
Case 1	1677	1.35	1.81	1.41
Case 2	2320	1.50	1.68	1.38
Case 3	5165	1.51	1.30	1.30