

四万十川における流量観測精度評価のための流況解析手法の適用性

愛媛大学大学院理工学研究科 正会員 ○門田章宏 高知工業高等専門学校 正会員 岡田将治
愛媛大学工学部 正会員 重松和恵 高松国税局 非会員 野村将大

1. はじめに

高知県西部を流れる四万十川の河口から約 9.5km 上流に位置する四万十川橋(通称: 赤鉄橋)の右岸側では、比較的大きな局所洗掘(平水面から約 13m もの深掘れ)が発生しており、この現象にともなう様々な課題の一つとして、同河川の基準地点である具同における洪水流量観測精度の確保が挙げられている。本研究では、四万十川周辺の河床形状・河川構造物を現地測量によって把握した後、三次元流況解析のための河床形状データを作成し解析を実施する。この解析結果から浮子観測断面における区分断面内平均流速を求め、浮子観測で評価された平均流速との比較により、本解析結果の評価・検証を行うことを目的とする。

2. 四万十川橋周辺部の現地測量調査

四万十川橋周辺(図-1)にある深掘れやその周辺の河床の状況を把握するために、トータルステーションおよび測深機によって四万十川橋上流 200m 地点から下流 600m 地点の約 800m の領域を約 5000 点の測量を実施し、洗掘孔も含めた河床形状データを生成した。その結果から得られた四万十川橋周辺の河床形状を図-2 に示している。右岸側から 7 番目(P7)と 8 番目(P8)の橋脚間下流部にある洗掘孔は周辺河床高に対して約 15m の深掘れが進行しており、上流左岸側にあるアユの産卵場から右岸に向かって偏流が起き、その結果この深掘れが発生したことが原因とされている。さらに、四万十川橋周辺にある河川構造物の状況を把握するため、四万十川橋橋脚及び右岸側から 7 番目(P7)と 8 番目(P8)の橋脚にある根固の形状・寸法を計測するため現地調査を行った。四万十川橋周辺にある構造物は、右岸側 6 本(P1~P6)の単一の楕円型の円柱から成る橋脚と、他 (P7~P13)は二本の縦列した楕円型橋脚から成っており、その円柱間には帯工が設置されている。これらの構造物の調査では、メジャー及びレーザ測距機(Leica DISTO D5)を用いて行った。

3. 三次元流況解析および浮子流量観測

本解析では、調査した橋脚形状やその周辺の根固工や河床粗度を考慮した三次元 $k-\epsilon$ 乱流解析による流況計算を行った。河床粗度については Manning の粗度係数 $n=0.02$ とし、根固形状については格子単位で粗度高さとして再現し解析を行った。また、三次元流況解析の条件として図-2 に示した約 500m の領域を対象とし、浮子観測で評価された流量と水面勾配を与えて解析を行った。流量および下流端水位については、具同地点における 2011 年 7 月出水に観測された $Q=8570\text{m}^3$ 規模の出水を対象とし、下流端水位は河床最深部を原点として $h=25\text{m}$ とした。また、国土交通省中村河川国道事務所により 2011 年 7 月 19 日~20 日の出水(図-1)で実施された浮子



図-1 四万十川橋周辺の出水状況(2011 年 7 月)

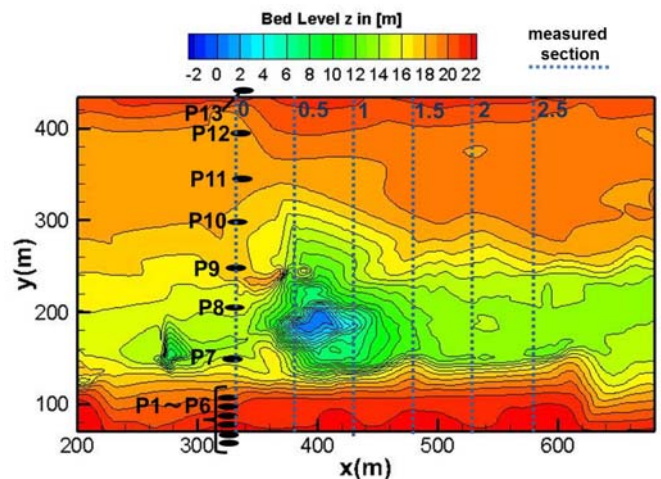


図-2 四万十川橋周辺の河床形状と浮子観測地点

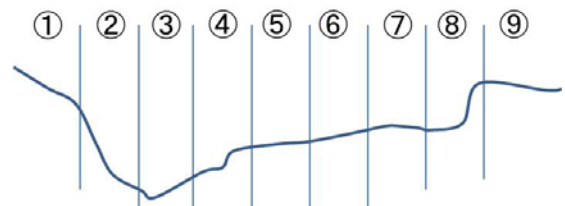


図-3 四万十川橋直下流部($x=330\text{m}$)の基準見通断面

観測結果について、各浮子投下地点の区分断面内における更生前後の平均流速の整理を行った。三次元流況解析との比較・検証には、図-2の平面図に示す四万十川橋直下流部の基準見通し断面にある各橋脚間の投下地点から流下時間を計測した100m～250m区間の浮子観測の平均流速を用いた。図-3に示す四万十川橋直下流部の浮子投下地点である9箇所に関して、前述した三次元流況解析から得られた区分断面内の平均流速を評価する。浮子観測結果との比較には、図-1にある330m(浮子投下)地点から100m下流の第1見通し地点から250m下流の第2.5見通し地点の間で評価された浮子観測平均流速との比較を行った。

4. 三次元流況解析の結果と浮子観測結果との比較

図-4は、三次元流況解析によって得られた水表面付近の平均流速の主流方向成分 $U(m/s)$ および浮子投下地点から浮子の経路であると予測される流跡線を示したものである。なお、浮子の予想経路に示したドット表示は10秒毎の浮子の位置を示したものであり、浮子の経路に関しては水面から水深の約1/3付近が吃水深として想定し、横断面流速成分も考慮し移動経路の計算を行っている。橋脚から背後は後流を伴って下流約250mの領域までその影響が及んでいることが分かる。右岸側に密接して並ぶP1からP6までの橋脚群から下流に発生する後流域では、上下流に大きな淀み領域が存在することで浮子の移動の横断方向成分の流れの影響が見られる。

図-5は、見通し断面(橋梁直下の浮子投下地点から150m地点)の横断面内主流方向成分 $U(m/s)$ の分布を(下流から上流に向かって)示したものである。洗堀孔のある右岸側に流れが集中しているのは、鮎の産卵場となる左岸側上流側から右岸側に向かって偏流が発生しているためである。この傾向は、図-4で示した浮子の想定経路にも同様な傾向が見られ、浮子投下地点から100m下流は浮子の移動が速くなっている。図-6は、浮子投下地点から100m～250見通しである9つの区分断面内における平均流速の結果を比較したものである。これらの結果より浮子観測による更生後の平均流速は、右岸側や左岸側の吃水深が浅い箇所に違いが見られる。特に、左岸側にある区分断面⑧は、河床の横断面形状が急変する箇所であり、また橋脚構造物の影響が後流を伴う影響も併せて横断成分が大きくなり、浮子観測精度に影響を及ぼしている。一方、比較的橋脚間の間隔が広くほぼ直線的に流れる区分断面③から⑦の解析値は、ほぼ浮子観測値に近い値を示している。

5. おわりに

本研究では、四万十川における流量観測精度評価のための流況解析手法を浮子観測結果と比較することにより、浮子観測の結果とどの程度適用できるかについて、区分断面内の平均流速についての検討を行った。本研究で実施した結果の検証を行う上で ADCP を用いた流量観測を実施しその結果と整合性をとることで、その有効性を検証する必要があると考えられる。

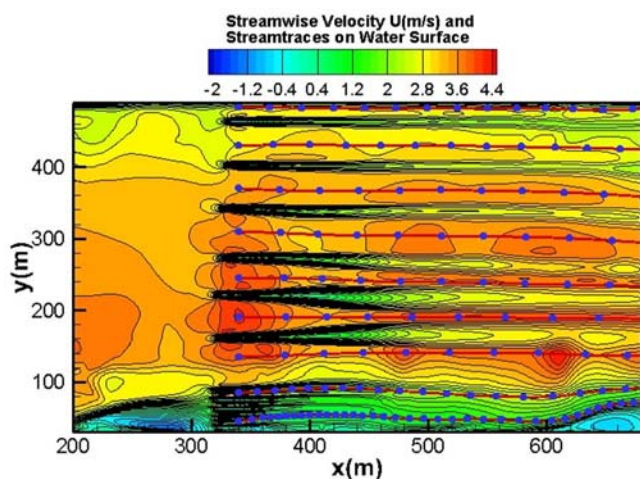


図-4 水表面付近の平均流速主流方向成分 $U(m/s)$ ・流跡線

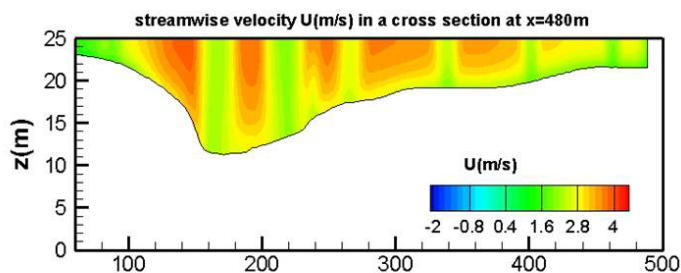


図-5 浮子投下地点150m下流における断面内主流方向成分

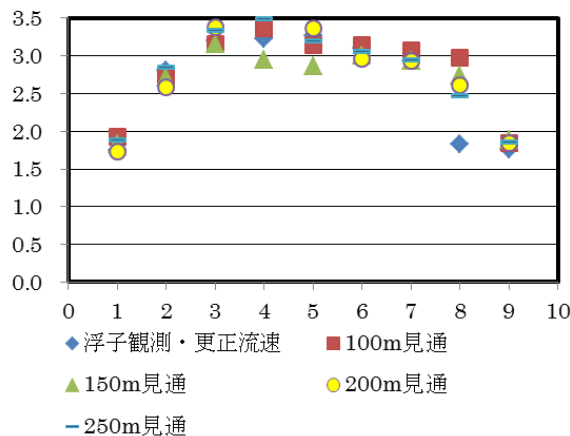


図-6 更正流速流況解析平均流速との比較