三次元流況解析による大野川ベーン工の局所洗掘軽減効果の検討

㈱建設技術研究所　正会員　○田村浩敏　　広島大学大学院　　フェロ-会員　　福岡捷二
広島大学大学院　　正会員　　渡邊明英　　国土交通省大分河川国道事務所　　山本喜光

1. 序論

大野川のベーン工設置区間では，平面形が急な湾曲から直線へと変化するとともに高水敷が存在するため，洪水時の流況は三次元性を有する複雑なものとなる．本研究では，三次元流況解析により，大野川湾曲部外岸に設置されたベーン工の局所洗掘軽減効果について検討する．

2. ベーン工設置後の河床変動

大野川 8K～9K において，平成 5 年 3 月に一期工事（22 基），平成 6 年 3 月に二期工事（13 基）として計 35 基のベーン工が**図-1** に示すように 2～4 列で設置された [1]．この区間の計画河床勾配は 1／1,400，計画高水流量は 8,000㎥/s，湾曲部の 8.6K 地点の河床材料の平均粒径 は 1.9㎜（平成 4 年調査）である．ベーン工設置後の出水状況は，一期工事後の平成 5 年 9 月に観測史上最大となる計画規模相当の大出水が生起し，その後，平成 6 年～8 年には大きな出水はなく，平成 9 年，10 年，11 年にそれぞれ白滝橋 （14.8k 地点）において 6,000 ㎥/s 以上の出水が生起している [1]．

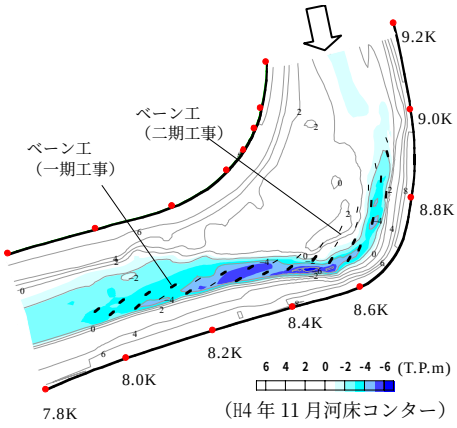

図-1 ベーン工の設置状況（大野川 8K～9K）

図-2 はベーン工設置前の平成 4 年から平成 13 年までに生じた河床変動高分布を示している．低水路外岸付近では，8.4K 付近に 1m程度の洗掘がみられ，8.5K～8.6K と湾曲部下流の 8.0K～8.3K に最大 1.5m程度の堆積が見られる．ベーン工が設置された区間全体にわたってベーン工の内岸寄りの河床が 1～2m程度洗掘されている．

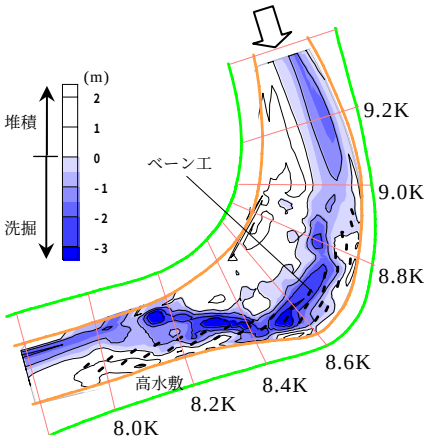

図-2　河床変動高の平面分布（H4 年～H13 年）

3. 洪水時の流況解析

ベーン工設置後，8.4K 付近の低水路外岸で河床洗掘が生じている．この原因を分析するため，ベーン工設置区間を含む 7.8K から 10.0K を対象に三次元流況解析 [2]を行い，ベーン工による洗掘対策の有効性について検討する．

図-3 は平成 5 年 9 月洪水のピーク流量 8,800㎥/s に対する表面流速ベクトルの解析結果である．各断面の最大流速は，湾曲部の上流では低水路右岸寄りに位置し，8.8K から 8.6K 付近にかけて低水路右岸寄りから低水路中央へ変化し，8.3k 付近から下流では低水路左岸付近に位置している．湾曲部の 8.6K～9.0K では，洪水時の主流は内岸側の砂州上に位置し，低水路外岸付近では流速は小さく，上流から輸送されてきた土砂の堆積領域となっていると考えられる．8.3K～8.4K 付近の低水路外岸は水衝部となり，河岸際の洗掘はベーン工周りの局所洗掘が顕著に現われたものと考えられる．**図-4** は湾曲部下流の 8.32K 断面の横断面内流速ベクトルを示している．内岸側の砂州から澪筋への落ち込む流れがみられるとともに，ベーン工と左岸低水路法面との間に反時計回りの遠心力による二次流が認められる．ベーン工がない場合には，この遠心力

キーワード：大野川，ベーン工，局所洗掘，河床変動，三次元解析，二次流
連絡先：広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻　〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1　Tel./Fax.082(424)7821

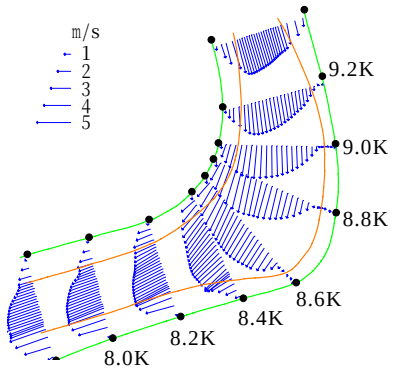

図-3　表面流速ベクトル（H5 年 9 月洪水ピーク時）

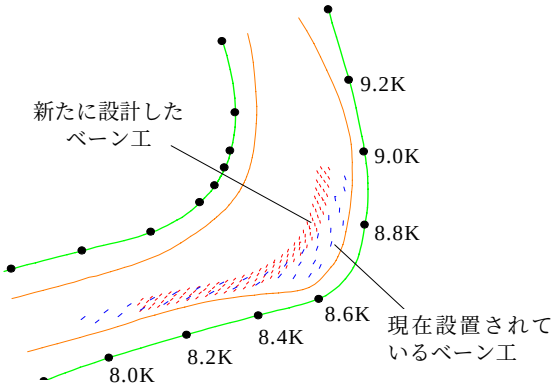

図-5　ベーン工の配置

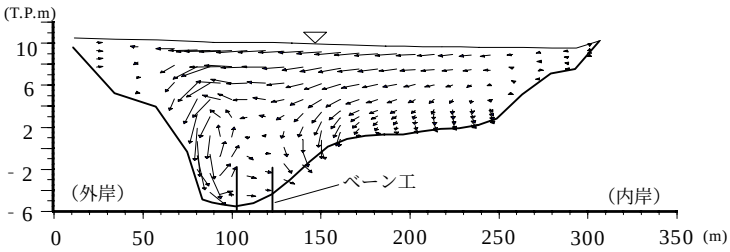

図-4　横断面内流速ベクトル（H5 年 9 月洪水ピーク時，8.32K）

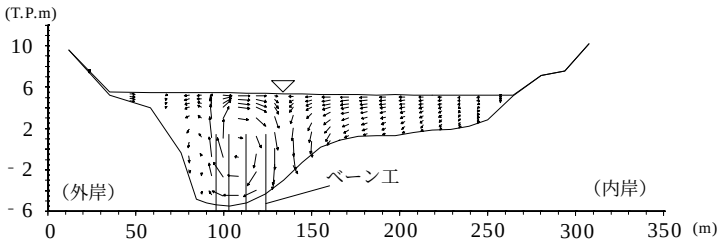

図-6　横断面内流速ベクトル
（低水路満杯程度洪水;流量=2600m³/s，8.32K）

に起因する二次流は，深掘れ部全体にわたって存在するが，ベーン工によってそれが制御されていることが分かる．しかし，ベーン工によって生成される二次流が弱いために時計回りの流れは認められない．ベーン工による二次流が弱いのは，洪水規模に対してベーン工高さが低いためである．これは，当該区間のベーン工が，低水路全幅にわたる遠心力二次流を対象とせず，湾曲部外岸の深掘れ部を対象とした設計がなされているために [1)]，設計平均河床高が低くなっていることによる．さらに，8.6K から上流の湾曲部外岸側のベーン工設置箇所は主流位置から離れており，流速が小さいためにベーン工が十分に機能していないと考えられる．

このような課題を踏まえ，低水路全幅を諸元に選び，洪水時の主流位置を考慮して，**図-5** に示す 4 列の千鳥状配置を考えた．ベーン工高さが河床高より低くなる箇所では，ベーン工が流水にさらされるようにベーン工高さを河床高より 1m 高い位置に設定している．新たに設計したベーン工が設置された場合の洪水流況の解析結果を示す．**図-6** は設計対象流量とした低水路満杯を超える程度の 2,600m³/s 流下時の 8.32K における横断面内流速ベクトルである．ベーン工によって生成された時計回り二次流は明確に現われ，遠心力に起因する二次流を制御していることがわかる．ベーン工群の内岸側において，下降流が生じ，河床洗掘を促進することにより，澪筋を河道中央方向へ移行させる流況が形成されることがわかる．

4.　結論

(1)現在の大野川ベーン工は，舟運等の制約条件からベーン工高さが低く設定され，さらに，砂州に埋没したベーン工が存在すること，ベーン工の配置が洪水時の主流位置に対応していないことから，現在のベーン工の配置は洪水時の遠心力に起因する二次流を十分には制御できないことを示した．

(2)(1)を踏まえ，新たに提案したベーン工配置について三次元流況解析を行った結果，ベーン工は遠心力による二次流を制御し，局所洗掘対策に有効であることが示された．

(3) 任意の平面形状を有する河道に対し，低水路の諸元を対象とした従来の設計法の問題点を指摘し，新たにベーン工を考慮した三次元流況解析を行うことにより，有効なベーン工の設計法を示した．

参考文献

1)　福岡捷二, 渡邊明英, 山本喜光, 田村浩敏, 堀田哲夫:大野川湾曲部の局所洗掘対策工としてのベーン工の効果, 水工学論文集, 第46巻, pp.451-456, 2002.

2)　田村浩敏, 福岡捷二, 渡邊明英, 柴田　高, 山形勝巳:複断面曲線流路におけるベーン工の洗掘軽減効果に関する研究, 水工学論文集, 第48巻, pp.847-852, 2004.