

建設省土木研究所 正 員 坂野 卓  
 建設省土木研究所 正 員 福岡 捷二  
 建設省土木研究所 正 員 浅野 高夫

### 1. はじめに.

開水路のわん曲部においては、外岸側に局所洗掘が生じる。この局所洗掘の主要な原因として二次流があげられる。ここでとりあげたベン工は、二次流を積極的に弱め、局所洗掘を防止しようとするものである。ベン工は、高さが水深の $1/3 \sim 1/4$ と低く、外岸側を向いているという特徴をもっている。本報では、既報<sup>1), 2)</sup>に引き続き、ベン工の種々の諸元のうちベンの設置位置及び長さに着目し、これらの諸元によって、局所洗掘の防止効果がどの程度相違するかを実験的に検討するとともに、設計流量時以外の流量時におけるベン工の機能について検討した。

### 2. 実験装置及び方法.

実験に使用した水路は、幅 $1\text{m}$ 、曲率半径 $5\text{m}$ 、わん曲角 $90$ 度のわん曲部とその上流側 $14\text{m}$ 及び下流側 $6\text{m}$ の直線部を有するコンクリート表水路である。河床材料は平均粒径 $1.0\text{mm}$ の均一砂が用いられている。河床の初期条件は、いずれの実験においても同一であって、横断方向には水平、縦断方向には $1/100$ の勾配を有する。給砂量の決定にあたっては、予備実験において水路下流端からの流出土砂量を測定し、本実験ではこれと同量の砂を水路の上流端より常時連続的に補給した。通水時間の決定に当たって予備実験において平衡状態に達するまでの必要最小限の時間として $10$ 時間を得、以降の実験においては $10$ 時間毎に流向、流速、河床高、水位等の測定を行った。ベン工の諸元は、ベンの高さ $h$ と水深 $H$ との比を $h/H = 1/3$ とし、ベン設置の総延長についてはわん曲部の流線方向距離の約 $1/3$ とし、ベンの仰角を $\alpha = 20$ 度とした。ベンの設置位置はベンの長さ $L$ とベンの高さ $h$ の比を $L/h = 3$ に固定し、わん曲外岸からの距離 $b$ と水路幅 $B$ との比を $b/B = 1/6, 1/4, 1/3, 2/5$ の4種を設けし検討した。またベンの長さ $L$ は $L/h = 1.5, 3, 6$ の条件のもとで、それぞれの効果を検討した。さらに設計流量時( $Q = 24.6\text{g/s}$ )以外の検討については、設計流量 $Q$ の $0.6$ 倍と $1.3$ 倍の流量について、それぞれ実験を行ないベン工のない場合との比較により、ベン工の効果について検討を加えた。尚、ベンの設置位置として図-2に示すようにベンを1列と2列に設置し、ベン工の効果の比較検討を行った。

### 3. 実験結果

図-3は、ベン工の設置による局所洗掘深の低減効果を、横断形状の比較により示す。同図は、ベンの設置位置を横断方向に種々変えたときの、わん曲角 $45$ 度、すなわちわん曲区間の中央断面での河床形状の測定結果を示す。ベンの設置によりわん曲部外岸側の洗掘深(平均河床高-最深河床高)は約 $1/2$ に低減されることが確認される。ベンの設置位置が外岸側に近づくほど、外岸近傍の洗掘深は減少するものの、ベン周辺の洗掘はより著しくなる。このような傾向をさらに検討するために、わん曲部外岸側の局所洗掘深とベン周辺の局所洗掘を比較すると図-4のようになる。同図は、わん曲区間の平均値と最大値を示したものであり、平均及び最大の洗掘深のいずれについても、図-3でみられたように、ベンをわん曲外岸に近く設置する程、わん曲外岸側での洗掘深は小さくなるものの、ベン周辺の局所洗掘は大きくなることが確認される。したがって、外岸近傍の局所洗掘を低減させるためには、ベンを外岸近くに設置した方がよく、ベンそのものの安全性あるいはベン周辺の洗掘が外岸近傍の河床高に悪影響を及ぼさない範囲において、できるだけ外岸側に設置することが望ましい。図-5は、ベンの長さによる洗掘状況の比較を行ったものであり、ベンの長さがあまり短いと洗掘低減効果は小さいが、ある値より長くして洗掘効果はあまり減少しないことがわかる。本実験からは、ベンの

長さとしては、ベーンの高さの3倍の $L/h = 3$ 程度が適当と考えられる。同図中には、ベーンを $L/h = 3$ 及びベーンの総延長の条件を同一とし、ベーンの列数を1列及び2列として比較検討した結果も示されている。同図より平均の洗掘深については、ベーン周辺及びわん曲外岸側とも列数による差異は程んど生じないが、最大の洗掘深については、わん曲外岸側では列数による差異は生じないものの、ベーン周辺については2列にした方がベーン周辺の洗掘は小さくなっている。またベーンを2列にした場合には、わん曲内岸より外岸に設置したベーン周辺の洗掘の方が小さい。したがって、ベーンそのものの安全性を考慮する際には、1列より2列としてベーンを設置した方がよいと考えられる。図-6は、ベーン工の設計流量時以外における洗掘低減効果を示したもので、ベーンの諸元を $L/h = 3$ 、 $b/B = 1/6$ として行ったものである。設計流量より小さい流量の場合には、設計流量時における洗掘より小さく、また当該流量時においてベーン工がない場合より小さく、内題はないものと判断される。一方、流量が設計流量より大きい場合にも、設計流量時における洗掘より大きくなるものの、当該流量時にベーンを設置しない場合より洗掘量は小さくなっている。すなわち、ベーン工の設置によりあらゆる水理的な問題は無いものと言える。

4. 今後の課題

河床材料による洗掘の相違及び水理的な流れの観長からベーン工の諸元についてさらに検討を進める必要がある。

(参考文献)

- 1). 浅野富夫, 橋本宏, 坂野章; 土木学会第39回年次学術講演会概要集, II, pp. 541-542, 1984,
- 2). 橋本宏, 浅野富夫, 坂野章; 土木学会第29回水理講演会論文集, pp. 603-608, 1985,

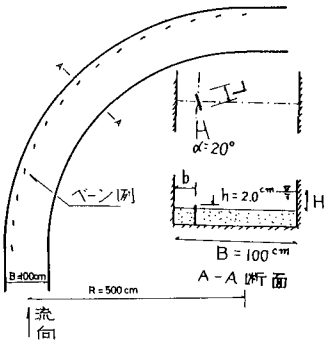


図-1

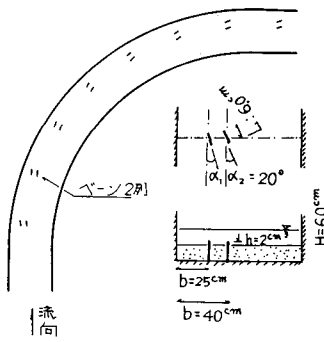


図-2

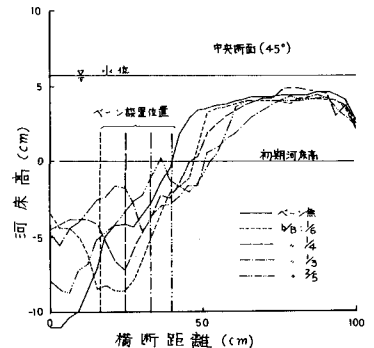


図-3

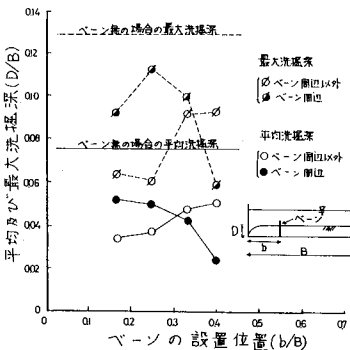


図-4

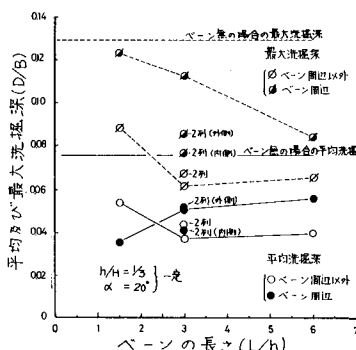


図-5

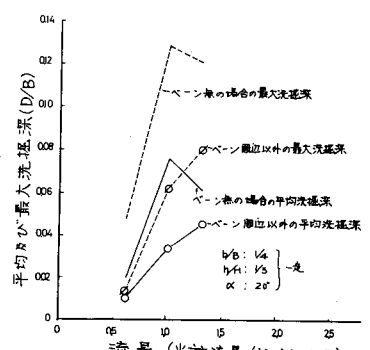


図-6