

University of Iowa 正員 浅野 富夫

University of Iowa A. Jacob Odgaard

University of Iowa John F. Kennedy

1. はじめに 従来より、わん曲部における局所洗掘対策として護岸・水制などが一般的な工法としてよく採用されてきた。しかし、これらの建設には多くの費用を要する。近年、Odgaard・Kennedy<sup>(1),(2)</sup>は、局所洗掘の原因となるス次流を防止するため、安価な工法としてベーン(Vane)を用いた方法を提案している。本報告は、Odgaard・Kennedyの理論を要約するとともに、実験結果の一例を紹介したものである。

2. Odgaard・Kennedy<sup>(1),(2)</sup>の理論 図-1のような記号を用いると、遠心力による半水源回りのモーメント $T_{flow}$ 及び揚力 $F_L$ (凹岸方向の水平力)による半水源回りのモーメント $T_{vane}$ は、それぞれ次式で与えられる。

$$T_{flow} = \frac{P}{2} \frac{\pi+1}{\pi(\pi+2)} \bar{v}^2 b d^2 \phi$$

$$T_{vane} = \pi \beta P \sin \alpha \bar{v}^2 H L (d/2 - H/2) N \nu$$

ここに、 $P$ は水の密度、 $\phi$ はわん曲の角度、 $H$ 、 $N \nu$ はベーンの高さ、個数、 $\beta$ は真の揚力係数と理論値( $2\pi \sin \alpha$ )との比、 $\bar{v}$ は平均流速、 $\bar{v}$ は河床からベーン高までの平均流速で、流速分布係数 $n$ により次のように与えられる。

$$\bar{v} = \frac{1}{H} \int_0^H v dy = \frac{1}{H} \int_0^H \frac{\pi+1}{\pi} \left(\frac{y}{d}\right)^{1/n} \bar{v} dy = \bar{v} \left(\frac{H}{d}\right)^{1/n}$$

式(3)を式(2)に代入し、式(2)と式(1)との比をとると、

$$T_{vane}/T_{flow} = C (H/d)^{(\pi+2)/n} (1 - H/d) = C f (H/d)$$

ここに、

$$C = \frac{\pi(\pi+2)}{\pi+1} \pi \beta \sin \alpha L N \nu / b \phi$$

したがって、式(4)の右边が1となるように適当な $H$ 、 $L$ 、 $N \nu$ 、 $\phi$ を採用すれば、わん曲部のス次流は相殺され、局所洗掘を防止することができる。

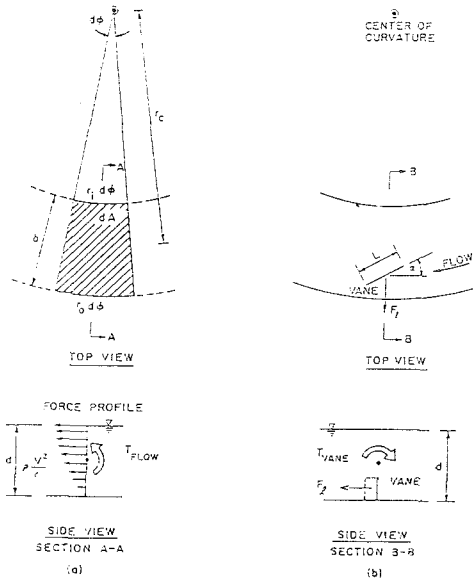


図-1

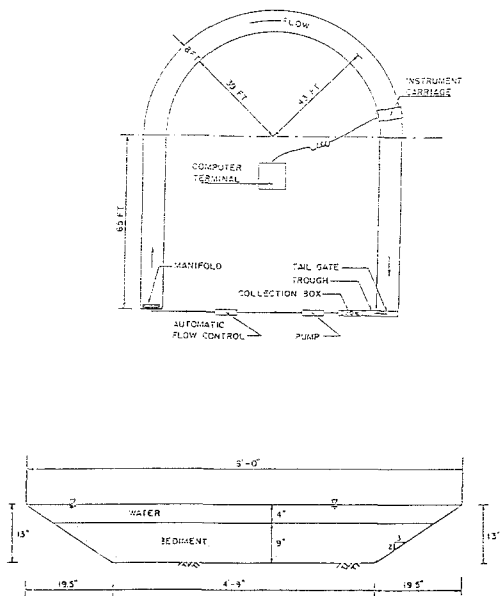


図-2

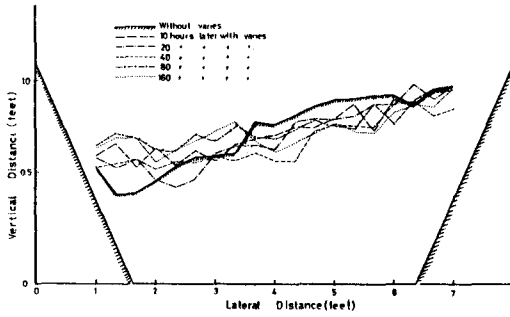


図 - 3

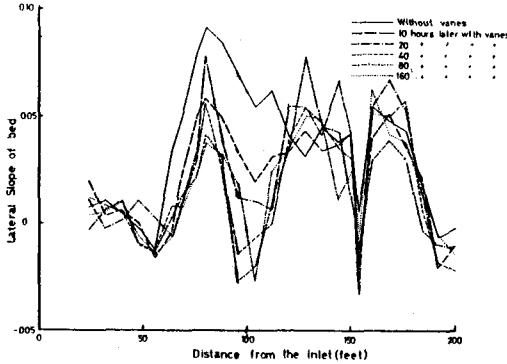


図 - 4

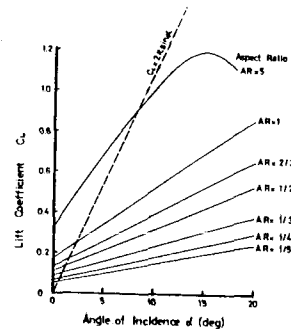


図 - 5

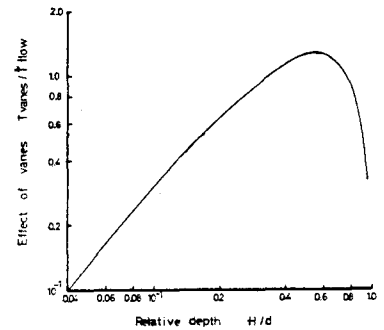


図 - 6

3. 実験的検討 図-3は、図-2に示されるような装置(河床砂は一様砂であって、平均粒径 $d_m=0.3\text{mm}$ )を用いた実験結果(流量 $Q=150\text{ l/s}$ )の一例であって、バーンの諸元は $H/d=1/3$ 、 $L=35\text{cm}$ 、 $\alpha=15^\circ$ 、 $N_v=42$ である。バーンの設置により、凹岸側の河床は上昇し、凸岸側の河床は下降し、河床の横断方向勾配は水平に近づく傾向にある。ただし、このような河床の変化速度は、バーン設置前における局所洗掘の進行速度に較べ、かなり緩慢である。図-4は、このような河床の横断方向勾配(最小二乗法を適用)の縦断変化を示したものであって、とくにSection 80付近の効果が著しいことが知られる。一方、Section 100付近においては、バーンの効果が過大となり逆勾配の様相を呈するとともに、この影響が下流にまで波及している。ただし、このような影響はバーンの配置を改善することにより解消することができよう。また、バーン周りの洗掘については、 $\alpha \leq 15^\circ$ の場合、ほとんど問題とならない。なお、Section 150直下流における異常な勾配は、実験水路内右岸側に存在する建物用柱(一辺15cmの正方形断面)によるものである。

4. おわりに 揚力係数 $C_L$ は、一様流に関する図-5(文献3)より算定)に示されるように、Aspect Ratioが小さい場合、理論値よりもかなり小さくなるものと予想される。また、バーンが連続する場合、Cascade効果により $C_L$ は変化し、 $\beta$ の値を予測することはむづかしく、バーンの諸元・配置の決定にあたっては実験的検討を要する。一方、水位が想定した水位(単断面河道では平均年最大流量相当水位、複断面河道では水路を対象とした場合には高水敷高)以外のとき、バーンの効果は大きく変化する。しかし、想定水位で $H/d=1/3$ 、 $C=1/4(1/3)$ とした図-6に示されるように、 $H/d \approx 1$ の領域(小流量)では $T_{flow}$ そのものが小さく、また $H/d \ll 1$ となるような出水は極めてまれであり、実験的には想定水位及び目標河床高に対し $H/d \approx 1/3$ とするのが適当であろう。

参考文献 1) Odgaard・Kennedy: Analysis of Sacramento River Bend Flows, and Development of a New Method for Bank Protection, IIHR Report No. 241, 1982. 2) Odgaard・Kennedy: River Bend Bank Protection by Submerged Vanes, ASCE, approved for publication, 1982. 3) Bertin・Smith: Aerodynamics for Engineers, Prentice-Hall, 1979.