

II-6 弯曲水路における水制の減速作用

九州大学 正員 橋 東一郎

“ “ “ 硬 謙三

“ “ “ 学生員 長江 元義

まえがき

弯曲部における連続水制の機能を調べるため、固定床における水制の流速減殺効果と移動床における河床変動とともに水制先端部及び水制区間の荒振についての実験を行なつた。実験に用いた水路の巾 $B=1.0\text{m}$ 、偏角 90° 、中心曲率半径 1.8m の矩形断面弯曲水路で、高さ $h_g=2\text{cm}$ 、長さ $B_2=15\text{cm}$ の水制を上流直線部、弯曲部、下流直線部にわたつて、弯曲外側に適当な間隔入で敷きならべたものである。

(1) 水制による流速減殺作用

図-1 は水制域を流れる単位幅流量 q_2 と、平均単位幅流量 $q_2 (=q_2/B_2)$ との比 q_2/q_2 の流れ方向の分布を示したもので、同図には水制を設置

しない場合の外壁附近における q_2/q_2 と中心における表面流向 $\tan \phi_s$ の分布も示してある。直線水路の水制の場合 q_2/q_2 の値は、水制長さ B_2/B の影響は小さく、主として q_2/q_2 (q_2, q_2 は主流域水制域の流速係数) によつて規定されることを示した。

また q_2 は h_g の他に h_g によつて変化し、流速減殺効

果の上では $h_g=10$ 程度が最

も有効であるが、 $h_g=20$ のものと大きな差異がないことを示している。このことは弯曲水路における q_2/q_2 にも明瞭にあらわれている。

従つて弯曲部水制の特性は直線部水制の性質を弯曲部の特徴である外向きの表面流、すなわち水制前面からの水制域への流れにみ及び外壁にその流速の加速状態によつて変形、複雑化したものである。

このことを表わすため弯曲部及び弯曲の性質が残、

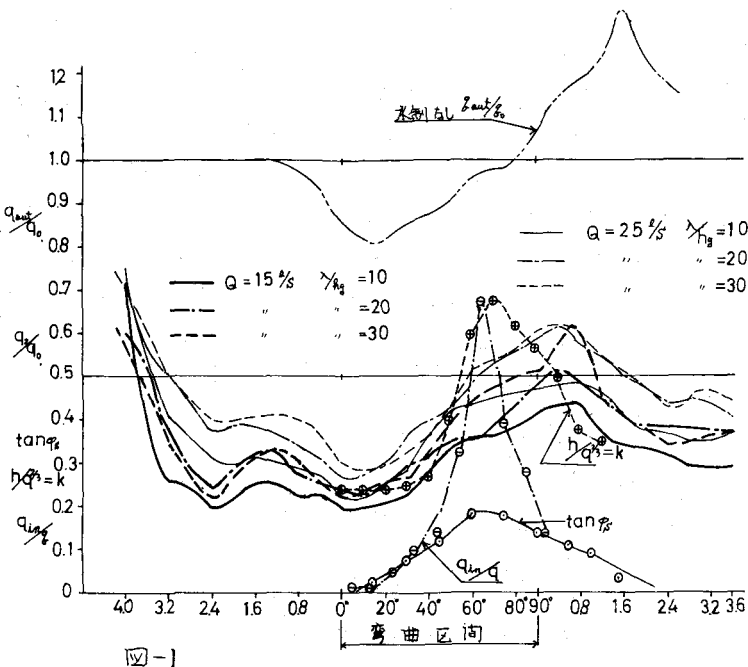


図-1

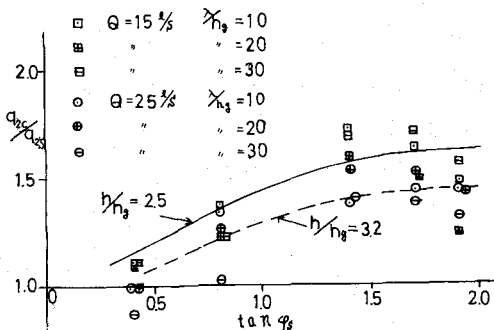


図-2

ているほぼ末端1.0B間の下流直線部について g_{2s}/g_{2s} (g_{2c} , g_{2s} は弯曲部、直線部における流量) を考える。

g_{2s}/g_{2s} の値は $\tan\phi_s$ の他に越流水深と水制高さ、加速状態などに関係して複雑であるが $\tan\phi_s$ に対してプロットしたものが図-2である。図中○印は $\lambda/g_s \approx 3.2$ 印は $\lambda/g_s \approx 2.5$ のもので、 λ/g_s が減少すると越流量に対して主流よりの流入量の比率がますます、 g_{2s}/g_{2s} は増加し流速減殺効果は低下する。

つぎに図は省略するが水制の背後には $L_v = (4.5 \sim 6.0)$ 程度の底面渦が形成された後、底面流は加速され水制を越流した流れと $\tan\phi_s$ により主流部から流入した流れの一部は次の下流の水制に衝突して水制との間に、規模は小さいが強度の大きい又平渦を形成する。

この渦は次に速くなるように、水制の洗堀に対して大きな役割を持っている。

2. 水制による局所的洗堀

図-4 は $\lambda/g_s = 2.0$, $\lambda/g_s = 2.7$ の場合について水制を設置しない場合(EXP.A)、設置した場合(EXP.B)及び水制先端の10cm 4角の河床表面を移動しない約1cm粒径の砂でおきかえた(EXP.C)移動床実験に於て、ほぼ平衡状態に近い洗堀深 Z_{cm} $\tan\phi_s$ の分布を示したものである。弯曲部に於ては内側の底面流向 $\tan\phi_s$ のため、外側に深堀れ、内側に堆積を生ずるが、このような河床変動が進むとともに表面流、洗堀部底面流の偏角が著しく増大し、平衡時には固定床の約3倍程度にも達する。従ってEXP(B)(C)では流れの集中部に於て水制の先端が洗堀されると、大きな $\tan\phi_s$ を持つ流入水による水制への水あたり及び前面の渦の強さは、洗堀が進むとともに激化し、角の $\tan\phi_s$ の方向にそって流出する。

従ってEXP(B)(C)の場合とも水制の前面に洗堀穴が作られると、水制前面の砂粒はこのらせん流によ、て一方的に運び出され、その結果最大洗堀深が岸側に移動するとともにEXP(C)に示す形で水制間の河床は急激に洗堀される。次に水制前面間の洗堀深については、前に求めた洗堀深を含めた水深 h の表示式 $h = K g_s$ 又は $h g_s/g_s = K'$

を用い、洗堀深表示 K とともに弯曲の性質を表わすパラメータ $\tan\phi_s$ 及び水制前面における主流よりの流入量 g_{2s}/g_s の分布を図-1に示した。なお上式の g_s としては実用への便宜を考慮て、固定床における先端部流量を用いている。 K は g_{2s}/g_s , $\tan\phi_s$ とかなり良い相関を示している。また直線部における K の値は $K_s = 0.29 \sim 0.33$ 程度でほぼ一定であ、たが弯曲部においては $\theta = 40^\circ$ から急激に増大を始め $\theta = 70^\circ$ で極値 $K_{max} = 0.60$ と、た後、ゆるやかに減少しほぼ弯曲下部1B程度の位置で直線部の値にもどっている。以上のように、 $\tan\phi_s$ の大きい範囲では、一たび洗堀穴を生ずると水制前面の洗堀は、一方的に進行し、流速の減少、護岸効果は期待できなくなる。従って $\tan\phi_s$ の大きい領域に於ては、水制先端部のみでなく、その前面の洗堀防止のための対策がなされなければならない。

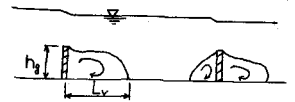


図-3

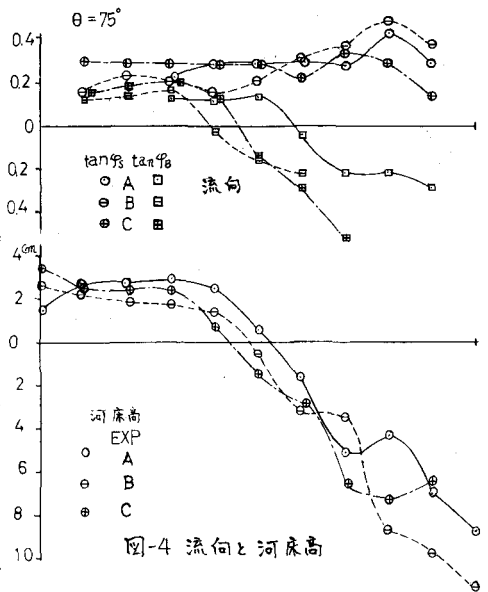


図-4 流向と河床高