

流路工弯曲部に關する実験的研究

建設省土木研究所 ○ 鈴木浩之、阿部宗平

はじめに

流路工を計画する上で弯曲部のとり方が問題となる。弯曲法線が急である程、外弯側で流水の集中が生じて深掘れや水位上昇が生じ、護岸災害を発生させる原因となるので、法線形状は極力直線化にすることが望ましいが、実際には地形条件やその他の制約を受け、曲線部を挿入しなければならない例が多い。弯曲法線は幾何学的には曲率半径 R 、交角 θ 、河幅 B によって決定されるが、本研究は第1報として θ と B を一定とし、 R を変化させて弯曲部に生ずる局所洗掘と水位上昇について実験的に検討したものである。

1. 実験条件 実験に用いた装置は $B=0.3\text{m}$ の水路で、 $\theta=60^\circ$ で曲率半径が $R=0.9\text{m}$ 、 1.5m 、 3.0m 、 4.5m の4種類の弯曲部を上流に長さ 3m 、下流に 4m の直線水路を接続させたものである。河床は移動床で河床勾配を $1/30$ に設定した。給砂は平衡給砂とし、河床材料と給砂材料は 1.3mm の一樣砂を使用した。弯曲流入部における Fr 、 τ^* 、 B/H_m は各々、 $1.2\sim 23$ 、 $0.29\sim 0.48$ 、 $9.8\sim 16.9$ の範囲で実験をおこなっている。

2. 実験結果と考察

1) 弯曲部での水面形と、洗掘状態の概念図は図-1に示した。図-2は、 BC 点を起点として水衝部と深掘を受ける位置を示している。水衝部は R/B が小さい程、 EC 点に近い位置で生じている。また深掘を受ける位置は、 $R/B \leq 5$ の場合に水衝部地点と一致し、 $10 \leq R/B \leq 15$ では水衝部より下流側で生じていて、深掘を受ける区間は直線部にまでおよんでいる。

2) 図-3は、曲線長と洗掘長及び最大洗掘深との関係を示している。図より曲線長が短い程外岸側の洗掘長も短かく、最大洗掘深が大きくなることがわかる。この様子を縦断面図で示すと図-4、図-5のようである。また、図-4で示すように $3 \leq R/B \leq 5$ の場合に内岸側で河床が上昇し、逆に外岸側での洗掘がなくなる下流直線部の内岸側(右岸)において洗掘が大きくなるのに対して、 $10 \leq R/B \leq 15$ ではこの状況が異なっている。

3) 最大洗掘深と R/B との関係を図-6に示した。同図には池田¹⁾の式による値を併記している。池田による $H_{\max}/H_a$ と R/B との関係では $H_{\max}/H_a$ の値は R/B が大きくなる程、 $H_{\max}/H_a=1$ に近ずき、直線部においては洗掘が生じないことになる。これに対して、著者の実験値は図で示すように池田の値をかなり上まわっていて、 R/B が小さく、 τ^* が小さい程その差が大きい。そして、 $H_{\max}/H_a=1$ に漸近するその変化は僅かである。図-7は直線水路と弯曲水路における $H_{\max}/H_m$ と B/H_m の関係を示している。図-7より $R/B \leq 5$ の $H_{\max}/H_m$ の値は直線水路における値を上まわり、 $R/B \geq 10$ では差がなくなっている。これは $R/B \leq 5$ の領域では $H_{\max}$ が弯曲法線形の影響を強く受けるが、 $R/B \geq 10$ の領域では弯曲法線形による影響が小さいことを意味している。

4) 図-4は $Q=10\text{ l/sec}$ で $R/B=3$ における水面形を、図-5は同じ水理条件で $R/B=15$ における水面形を示している。 $R/B=3$ の場合に水位上昇を受ける区間は、洗掘される区間と同じで、 BC 地

点より始まり、水路中央部付近で最大となり、EC地点より下流（流路幅の13倍）にまでおよんでいる。水衝部付近で水位が一時低下しているが、これは水衝部での流れの乱れによる影響だと推定される。 $R/B = 15$ の場合は、極端な水位上昇はみられず、弯曲部の外岸側で河床が低下するのに従って、水位も低下している点が、 $R/B = 3$ の流況と異なる。

5) Knapp²⁾による計算式と実測値（最高水位と最低水位との差）との関係を示したのが図-8である。実測値は計算式 $2bv^2/gr$ にほぼ一致している。

3. おわりに

以上、弯曲部における局所洗掘と水位上昇についての実験的考察をおこなってきたが、局所洗掘と水位上昇の様子は R/B によって大きく異なり、特に $R/B \leq 5$ 以下になると、それが顕著に現われることがわかった。今後は弯曲部の局所洗掘を防止するために横工の配置計画に関しての研究を進めることになっている。

参考文献

- 1) 池田駿介：移動床河川の弯曲部における二次流と動的横断平衡河床について、土木学会論文報告集 第229号、1978年。
- 2) 土木学会、水理公式集 1978年 P288。

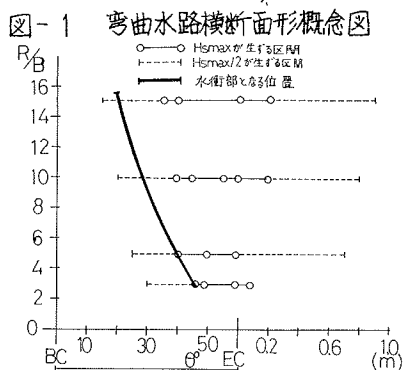
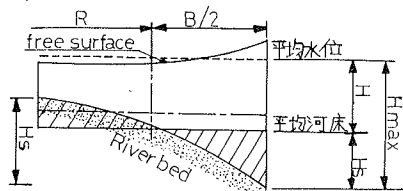


図-2 深掘および水衝部の位置

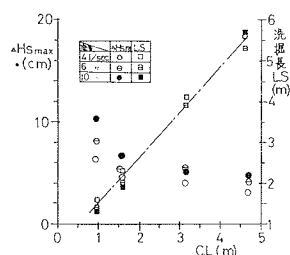


図-3 曲線長と洗掘長及び最大洗深の関係

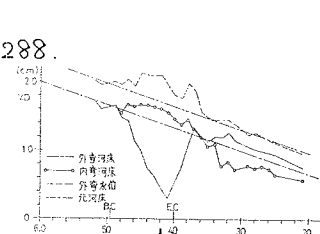


図-4 水位及び河床縦断面図

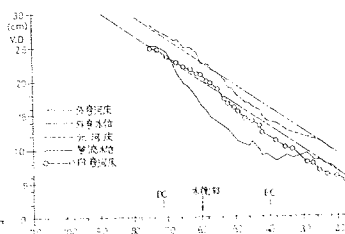


図-5 水位及び河床縦断面図

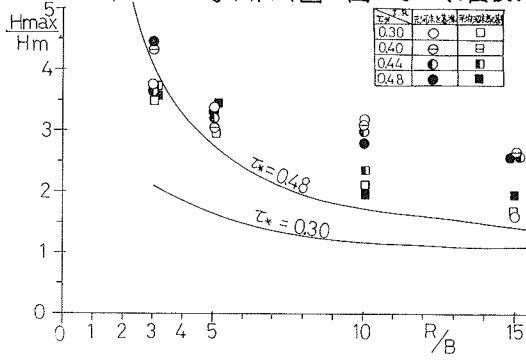


図-6 H_{max}/H_m と R/B の関係

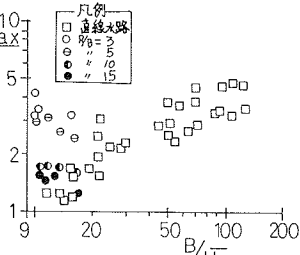


図-7 H_{max}/H_m と B/H_m の関係

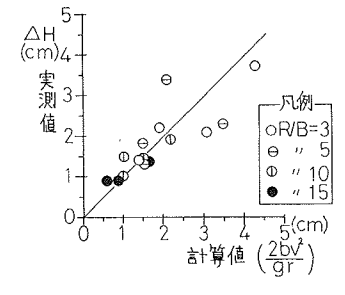


図-8 ΔH の実測値と計算値の関係