

# 弯曲部における河床変動に対する法線形状の影響について

京大防災研 正員 村本嘉雄  
京大大学院 学生員 〇古藤昭隆

〔I〕 まえがき 洪水の疎通能力を増加させる為に、近年、拡幅方式の河道改修が行なわれる事が多いが、その場合に弯曲部法線形状の決定が問題になっている。しかし、これまでは、主に同心円状の弯曲部を対象とした研究がなされており、幅の変化する弯曲部における、流れ及び河床変動の特性については明らかにされていない。

本文では、弯曲部河床変動に対する法線形状の影響を検討する為の第1段階として、漸拡弯曲部について実験を行ない、等幅(同心円状)の弯曲部における流れ及び河床変動との相違について検討する。

〔II〕 実験方法 実験に用いた水路は、図-1に示すように水路幅125cm、中心曲率半径112.5cm、偏角180°の同心円状の弯曲水路であり、漸拡弯曲部は、流入部と流出部( $\alpha=180^\circ$ )における水路幅の比率が2倍で、円弧状に内岸をトタンで仕切っている。等幅及び漸拡弯曲部について行った実験条件を表-1に示す。実験用砂は平均粒径0.42mm

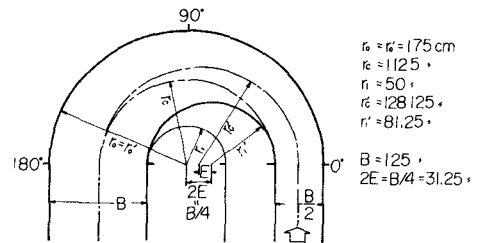


図-1

| CASE | E (cm) | Q (l/sec) | T (min) | h (cm) | Ie    | U*  | V (cm/sec) | Fr   |
|------|--------|-----------|---------|--------|-------|-----|------------|------|
| U-1  | 0      | 12        | 30      | 3.62   | 0.004 | 3.7 | 26.5       | 0.45 |
|      |        |           | 240     | 4.14   | 0.004 | 4.0 | 23.2       | 0.36 |
| E-1  | 15.63  | 9         | 30      | 4.13   | 0.007 | 5.4 | 34.9       | 0.55 |
|      |        |           | 210     | 5.61   | 0.006 | 5.7 | 25.7       | 0.35 |
| E-2  | 15.63  | 6         | 30      | 3.74   | 0.011 | 5.4 | 25.7       | 0.42 |
|      |        |           | 150     | 3.10   | 0.003 | 3.1 | 31.0       | 0.56 |

表-1

の均一砂で、初期河床勾配は全て1/200である。各時間段階における水位及び河床測定のために、Exp. E-1, E-II では、下流直線部+2mに幅を10cm毎に仕切った探砂箱を設置して横断方向の流砂量分布を測定した。

〔II〕 実験結果とその検討 本実験水路は急弯曲部の為、内岸では通水直後に乱流が生じ、内外岸の水位差は $\alpha=150^\circ$ で最大になり、水位差の一樣区間は見られなかった。

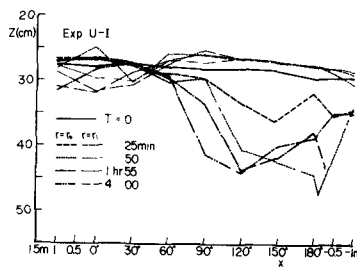


図-2 (a)

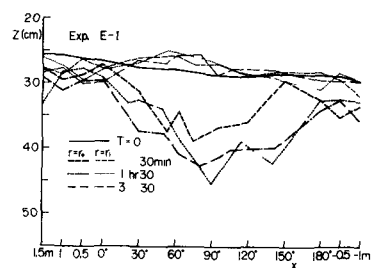


図-2 (b)

又、水理量の時間的变化は給砂してないので、表-1に示すように流入部で水深の増加と、勾配の減りする傾向が見られるが、弯曲部と下流直線部では顕著な変化は無い。

一方河床変動は、いずれのケースも10~15分で弯曲部の洗掘、堆積の特徴が明確になる。

図-2 (a), (b) は、各々 U-1, E-1 のケースにつき、内、外岸側の河床高の時間的变化を示したもので、いずれのケースも内岸の堆積は 30 分で安定し、外岸の最大洗掘深も 3~4 時間ではほぼ平衡に達している。U-1 と E-2 のケースについて最終段階の河床等高線図を 図-3 (a), (b) に示す。図-2, 3 より「等幅」と「漸広」における河床変動の特徴を列挙すると、次の様になる。a) 内岸の堆積は、「等幅」では  $\alpha=60^\circ$  付近から顕著となり、180°迄初期河床高にほぼ平行した堆積形状を示す。「漸広」では  $\alpha=30^\circ \sim 120^\circ$  に堆積しており、60°付近で最大となる。b) 外岸の最大洗掘の位置も、「漸広」は「等幅」に比べ約 30°程上流側へ移動しており洗掘範囲が広い。又、洗掘穴の位置は「等幅」では 120°付近ではほぼ安定しているが「漸広」では 70°付近と、その下流に移動の著しい洗掘穴が 2~3ヶ存在する。c) 「等幅」では流入部内岸から  $\alpha=90^\circ$  に直線状に発達する thalweg が顕著であり  $\alpha=0^\circ \sim 90^\circ$  と  $\alpha=90^\circ \sim 180^\circ$  で河床形状のパターンが明確に異なる。「漸広」ではこうした変化は顕著でない。

以上の様に、「等幅」と「漸広」河床変動の顕著な差は内岸の堆積位置に特徴づけられるが、弯曲部二次流の底面流線より検討すると次の様である。弯曲流入部で二次流発生成の限界における流線の式は、

$$dr/r d\theta = v/u = h [X' - 2X' \ln X' + \ln X'] / K \cdot r$$
 で表わされる\*。上式で  $K=0.4$ ,  $X'=d_m/h$  ( $d_m$ : 平均粒径,  $h$ :  $T=30$  分の  $\alpha=0^\circ$  の水深を用いる) として、外壁の砂粒子が内岸に達する点の偏角  $\theta_0$  を求めると、U-1, E-1, E-2 の各ケースにつき各々  $\theta_0=73^\circ, 31^\circ, 35^\circ$  となり、ほぼ堆積の開始点の位置に対応する。従って堆積位置の相違は初期の二次流によりある程度説明できるがその差異については、更に下流部に発生する砂堆の変動について検討を要す。尚、最大洗掘深については、 $r_{max}/r=4 \sim 5$  であり、実験ケースによる特徴的な差は無い。次に流砂量横断分布の測定結果の一例を 図4 (a), (b) に示す。(a) は、10 cm 幅に入った総量  $Q_B$ , (b) は単位幅流砂量  $q_B$  の変化である。 $T=1$  時間 30 分 ~ 2 時間 30 分、ほぼ半径方向に一定な流砂量分布を示しており、 $q_B \sim r^3$  の関係に近く、又この  $q_B$  の分布に対しては、洗掘穴の移動による流砂量変化の影響が大と思われる。

[IV] むすび 今後、洗掘深、堆積高の差に注目して実験するとともに、漸縮弯曲部に対する河床変動について実験を行ない、流線形状の影響を明らかにしたいと考えている。

\*) 村本嘉雄：京大防災研究所年報，第9号，昭和41年。

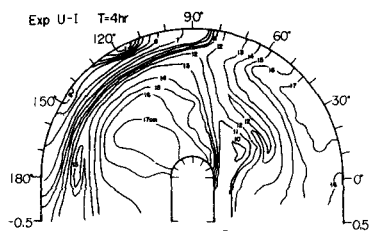


図-3 (a)

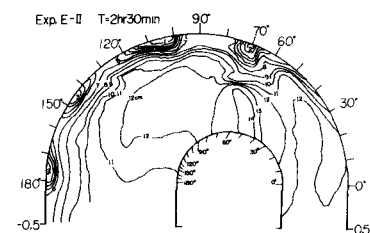


図-3 (b)

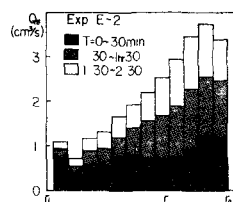


図-4 (a)

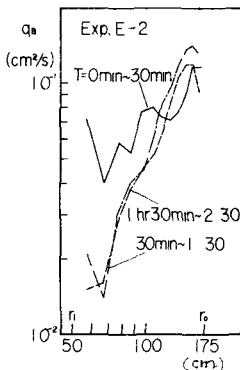


図-4 (b)