

流路屈曲部における河床変動に関する研究

河川環境管理財団 正 員 芦田和男
 京都大学防災研究所 正 員 江頭進治
 大成建設 正 員 〇梅本正樹

1. はじめに わが国の河川は、ほとんどの場合堤防・護岸によって固定されている。その中で徳島県那賀川(図-1)のように河床低下傾向にある交互砂州河道においては、ある距離河岸に沿って流れ、急に向きを変えて対岸へ移行する流路となっていることが多い。本研究では、このような低水路の流路屈曲部における局所洗掘について実験的に検討する。また、流路屈曲部での外岸・内岸の水位差の推定法についても検討する。

2. 河床形状に及ぼす流路屈曲角と側壁傾斜角の影響 実験は流路屈曲部での河床変動を調べるため、図-2のような水路を用いて行った。実験条件は、表-1に示すように屈曲角2種類、側壁傾斜角3種類について、それぞれ固定床および移動床の2通りである。移動床実験では、平均粒径0.114cmの砂をスクレーパーで平坦に敷いて平衡状態になるまで通水した。図-3は、各実験の無次元掃流力と最大洗掘深との関係を示したものである。まず、河床変動におよぼす流路屈曲角の影響についてみる。この図でRun1-3(流路屈曲角 30°)とRun2-3(流路屈曲角 45°)とを比較すると流路屈曲角が小さいほど最大洗掘深は小さくなることわかる。これは、流路屈曲角が小さくなるにともない流線の曲率が小さくなるためである。すなわち、曲率が小さくなると、内岸と外岸の水位差が小さくなり2次流の強度が弱まるため洗掘が抑制される。次に河床変動におよぼす側壁傾斜角の影響についてみる。図-3から、Run3-2(側壁傾斜角 45°)およびRun4-2(側壁傾斜角 30°)は、Run2-3(側壁傾斜角 90°)に比べ、洗掘が大きく抑制されているのが分かる。この要因として、次の2つが考えられる。一つは側壁傾斜角が小さくなると屈曲部での流線の曲率が

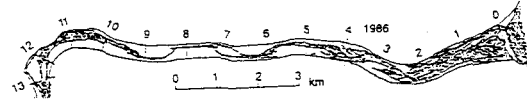


図-1

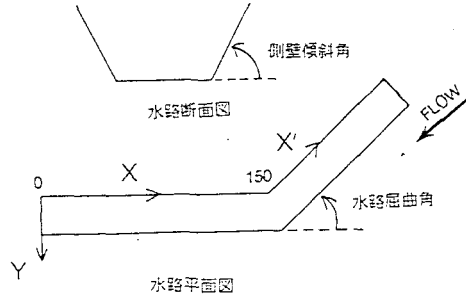


図-2

表-1

実験番号 Run No.	流量 (ℓ/s)	上流部平均 流速(cm/s)	勾配	水路 屈曲角	側壁 傾斜角	河床条件
Run 1-3	3.96	36.5	1/250	30°	90°	移動床
Run 2-3	3.95	35.7	1/250	45°	90°	移動床
Run 2-5	4.00	34.6	1/250	45°	90°	固定床粗面
Run 3-1	4.01	35.4	1/250	45°	45°	固定床粗面
Run 3-2	3.95	35.2	1/250	45°	45°	移動床
Run 4-1	3.95	30.6	1/250	45°	30°	固定床粗面
Run 4-2	2.80	31.9	1/250	45°	30°	移動床

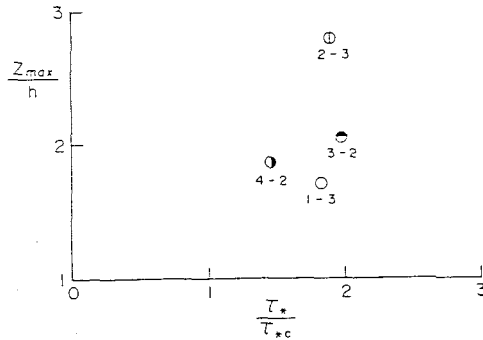


図-3

Kazuo ASHIDA, Shinji EGASHIRA, Masaki UMEMOTO

小さくなるためである。図-4に示すように側壁が傾斜していると、洗掘にともない流心部は外岸水際線より離れていく、そのため流線の曲率は小さくなる。もう一つの理由は、側壁によるシェアー効果である。図-5は移動床実験での横断方向の水面勾配を示したものである。側壁傾斜角が小さいものほど水面勾配が大きくなっているものの、水際付近で水深が小さくなるためせん断力の効果が大きくなり、河床近傍では2次流の強度がかなり抑制される。

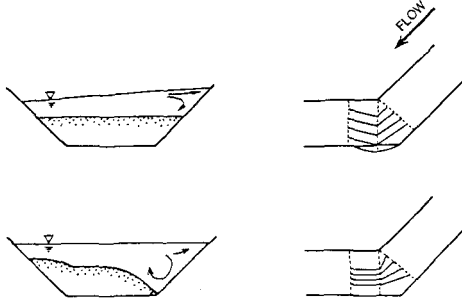


図-4

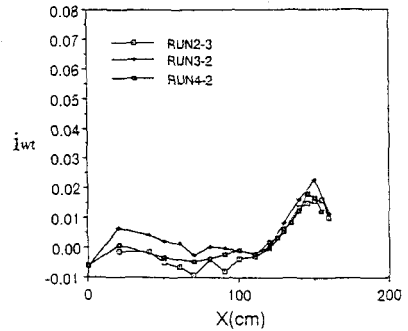


図-5

3. 流路屈曲部での外岸・内岸の水位差の推定 本研究が対象としている流れは非線型性が強く、非線型項を考慮しなくては流れを解くことはできない。しかし、実験結果より基本的な2次流発生のプロセスは一様湾曲流れとほぼ同じと考えられたので、本研究では流路屈曲部を一定の曲率の曲線で置き換え、外岸・内岸の水位差の最大値を見積ることを考える。図-7のように流路屈曲部を一様な曲率の曲線で近似する。流れ方向に変化がなく、側壁の影響を無視できる領域を考え、横断方向の力のつり合いと比エネルギーが一定の条件より水位差は次式で得られる。

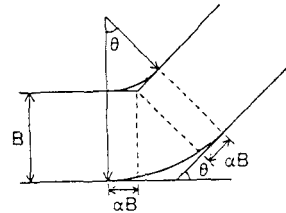


図-6

$$\Delta h = \frac{\bar{u}^2}{2g} \left(\alpha + \frac{1}{2} \tan \frac{\theta}{2} \right)^2 \left\{ \frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\left(\alpha + \tan \frac{\theta}{2} \right)^2} \right\}$$

ここに、 $\bar{u}$ は屈曲部上流での平均流速、 θ は流路屈曲角である。上式に含まれる α は経験的に決める係数であるがこれが一般的に決定できるかが重要である。図-7は上式を種々の α について描くとともに、これらと実験値とを比較したものである。これらより、 α は平衡河床で0.8~1.0、平坦固定床で0.2~0.3程度の値であることがわかる。実験ケー

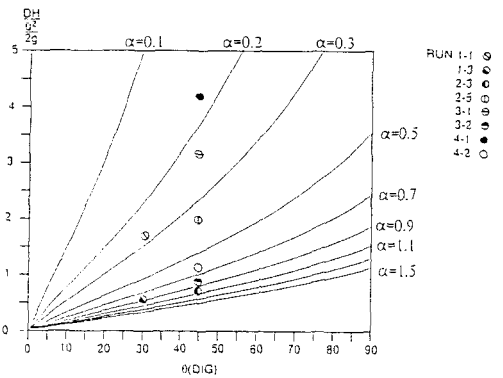


図-7

スは少ないものの α はほぼ一意的に決められる可能性が高いものと思われる。

5. おわりに 流路屈曲部での河床変動におよぼす流路平面形状・側壁傾斜角の影響について水路実験を行った結果、以上のようなことが明らかになった。現在、河床変動におよぼす粗度の影響についての検討を行っておりこれについては土木学会年次学術講演会で発表する。