

1. はじめに

現在、鹿島試験所では、信濃川小千谷地区(20~39K)の低水路計画について、縮尺1/80の移動床模型を用いて検討中である。この地区の河道は乱流傾向を示し、扇状地河川の様相を呈している。この様な河道に一本の低水路を設定すること自体については、別の議論を要するが、ここでは低水路を設けた場合について、その法線形と砂レキ堆の形成に着目して、2・3の気付いた点について報告する。

2. 実験の相似性

移動床模型では、小規模および中規模河床形態の相似が得られれば、河床の粗度および三次元流況の相似が達せられる。一般に河道の現象を支配する変数の無次元表示は、 U_{*d}/ν , U_{*d}^2/sgd , H/d , B/H , $S(=R_{*d}-1)$ (粗度分布形) が考えられる。河床材料を粗度分布形を考慮して縮尺し、模型を無歪縮尺とすることによって、 U_{*d}/ν を除く項を模型と現地で同一にすることができ、次元解析的にはかなりの相似性を期待することができる。

信濃川模型では上述の様な縮尺が行われ、現状河道における粗度の検証を行った結果が図-1である。実験水位と痕跡水位に対応する粗度は、それぞれ0.035および0.043である。この相異の原因としては、模型上に生じたリップルが現地で相似でないことが考えられる。なお、中規模河床形態はほぼ相似であると判断した。

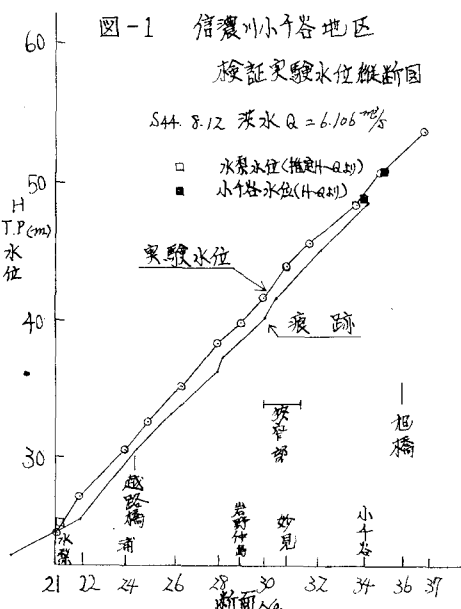
3. 低水路の設置

低水路幅を3年に1回程度の洪水4,000 m^3/s を対象に決定し、最初に河道に沿ってゆるく曲がる低水路法線形Aを設定した。この時図-2に示すように、法線の蛇行波長より短い砂レキ堆が形成され30Kと35Kのわん曲部以外の場所では、その移動が見られた。次にこの実験における砂レキ堆形成状況を考慮して、その移動が停止するように法線形Bを設定した。法線形Bは、上記2箇所のわん曲部を除いて水衝部が凸岸の直上流に来て安定した。図-3は法線形Bにおける砂レキ堆の形成状況である。洪水流の流況を見ると、なめらかな法線形Aの方が砂レキ堆に対して細かく水流が蛇行し、細かく蛇行している法線形Bの方が水流はなめらかに、大局的な河道形状に沿うようになった。図-4は最深河床の位置を記入したものであるが、法線形Bは25K付近を除いて、この位置を生かして設置することができるので実際的にも妥当と考えられる。

4. 砂レキ堆の停止と河道法線計画について

[1] 実河川において、砂レキ堆形状が単列になるか複列になるかは、計画上も重要な問題である。図-5は一統河川における砂レキ堆形状の区分を B/H のみによって表わしたものであるが、強制的に河道蛇行が与えられている場合は、それが見かけ上の単列砂レキ堆を形成するので、直線の実験水路に比べて大きな B/H に対しても単列になる傾向があるものと考えられる。信濃川模型では、低水路内にまぎれ状砂堆が複列に生じ、次第にそれらが統合されて、河道蛇行に対応した交互砂州を形成しており、低水路が直線であれば、複列砂レキ堆であつたかもしれない。

[2] 曲りの急なわん曲部では、強制的に砂州が固定され、上流から砂レキ堆が移動しても水衝部は深さをくり



かえすだけで移動しない。また下流側の流れはわん曲による水流と砂レキ堆による水流の2本に分かれる。したがって、その様なわん曲部では河道の曲りによって出来る砂州および流況と本来の(流砂の流動性としての)砂レキ堆およびそれに対応する流況とを考慮に入れる必要があるだろう。

[3] 蛇曲形の水路で砂レキ堆の流下が停止する場合、上記の二つの現象の相互作用が見られる。砂レキ堆上の流れの集中点における流砂量以上の流送能力を持つわん曲部を設けることにより、砂レキ堆は前進しなくなると考えられる。

[4] 砂レキ堆が停止するに必要な最少限のまびりを与えた水路では(信濃川低水路B法線)流れが直線的となり、流況が良好である。また、わん曲流による深掘れ部と砂レキ堆によるそれとの位置がほぼ一致しているため、砂レキ堆の出来る前から安定した砂レキ堆が形成されるまで水衝部の変化がほとんどない。これは、新たに水路を設定する場合、重要な問題であろう。

[5] 実際の法線計画では、山つき部分や露岩などに水衝部を負担させたり、種々の要因で無理な法線形をとる場合もあり得る。さらに、かならずしも全面的に砂レキ堆を停止させる必要のない場合もあろう。(砂レキ堆が移動して水衝部が変化する部分には、それなりの手当をするなど)

[6] 砂防河川などで、水衝部を局端に固定させたために、破堤に至るような大きな災害が予想される場合は、むしろ、いかに砂レキ堆をスムーズに流下させるかを考えた方がよい場合もあろう。

[7] 砂レキ堆と法線形とに関する実験は、平面流況の相似だけを満足させるような小規模な模型実験方法も今後考えていく必要があるだろう。

図-2 低水路法線 A

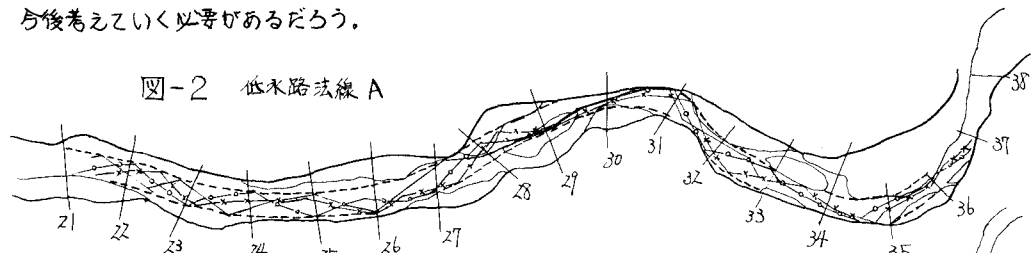


図-3 低水路法線 B

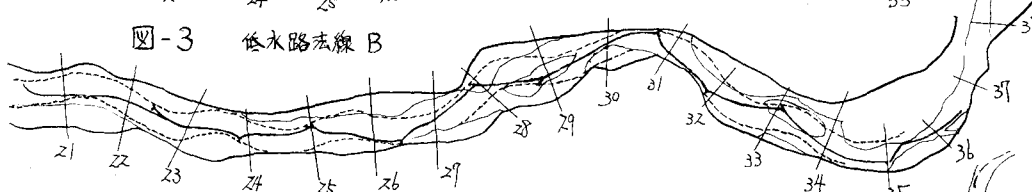
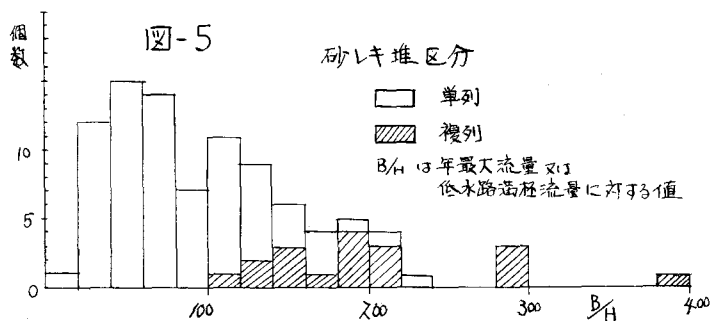
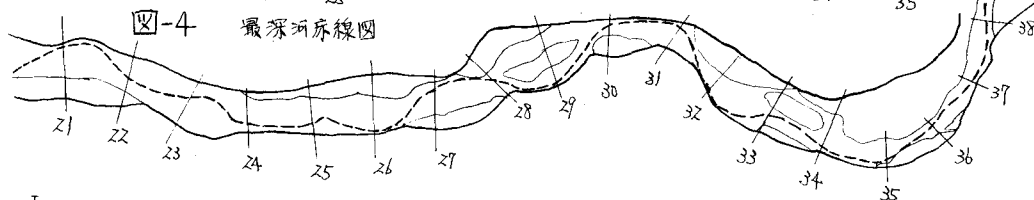


図-4 最深河床線図



信濃川諸元(小千谷地区)
 平均河床勾配 1/640
 平均粒径 50mm
 計画流量 1,100 m³/s
 計画粗度係数 0.035