

建設省土木研究所 正会員 ○ 坂野 章

" " 山本晃一

" " 高橋 晃

## 1. はじめに

砂利河川の移動床模型実験を行うことは、それほど難しいことではない。模型の縮尺に合わせた模型底質材料を選べば、ほぼ模型上で生じる現象は実物と相似と考えてよい。もちろん模型の入力、境界条件をどうするか、Rippleの発生等の問題が起こるが、ところが砂利河川の場合には、模型に使用しうる底質材料を小さくすると、粘着力の影響等が生じ、一般には粒径 $0.2\text{mm}$ 以下のものは使用しえない。したがって模型を歪めないのなら模型上の無次元掃流力は実際の河川の無次元掃流力より小さくなるのが一般である。模型を歪めるという方法もあるが、この場合には、中規模河床液のスケールを合わせることはできなくなる。したがって一般には、模型の時間縮尺を流砂量の時間縮尺に合わせようという試みがえられてきた。ここでは砂利河川の模型底質材料として現在唯一のものと考えられる石炭粉を用いた斐伊川模型を通して模型現象の相似性を増大させようとして試みた二、三の検討結果を報告する。

## 2. 実験の目的意識(何を模型上で表現しようとしたか。)

模型上で生じる無次元掃流力、フルード数等を合わせることに模型の目的があるわけではない。我々が知ろうとする現象に応じて模型を設計していくべきである。従って河川で生じる現象、模型の現象に関する何らかの認識を必要とする。このことは模型実験というものが、それが行われた時点での河川現象に関する認識段階を反映するものである。新たな認識の進化は新たな模型実験方法を生みだす。我々の目的は次のようなものであった。1) 斐伊川で生じている中規模スケールを合わせる。2) 洪水によって、この中規模河床液のスケール(例数)がどのように変化し、またその変形速度は、模型でうまく表現できるか。3) 河道の曲りと中規模河床液(流れの自立的な波動性)の相互干渉はどうなるか。4) 小規模河床液がDuneからFlatに変わった場合どうなるか。

## 3. 模型設計のための基礎資料

図-1は、石炭粉および粒径 $2\text{mm}$ の砂の流砂量が、流量に応じてどう変わるかを示したものである。石炭粉の場合、1本の直線で示しているが、実際には $Q$ が $Q_0$ 付近でRippleからFlatに変化し、流砂量が急増するが、ここでは図中の直線で石炭粉の流砂量式としておいた。図-2は石炭粉および、粒径 $2\text{mm}$ の砂の流速係数 $\psi$ の値を記した。同図には斐伊川の典型例も示しておいた。

## 4. 模型の設計

縮尺 $1/40$ の石炭粉( $d_{50}:2\text{mm}$ ,  $d_{90}:0.27\text{mm}$ )模型とした。時間縮尺は流砂量から決めた。このことは流量に応じて時間縮尺が異なることを示している。前述の目的を検証するために、昭和47年洪水を選び、この洪水一週間前後の航空写真から読みとれる河床の状況と模型の通水後の状況と比較することにした。(写真-2参照)ただし、この場合、一洪水の全流砂量が模型と現地で同一となるような時間縮尺とし、流量の違いごとに時間縮尺は変えなかった。また、計画ハイドロ通水の場合も同様とした。このことは略に、中規模河床液のスケールは $1/40$ によらず、ほぼ川幅水深で決まってしまうこと。また、中規模河床液の垂直方向スケールも $1/40$ が違っても垂直スケールと水平スケールの比が同一であるという仮定を含んでいる。

## 5. 結果

検証実験の結果はほぼ満足のいく中規模河床液のスケールを生じさせることができた。

## 6. 模型実験を通して分かったこと。

①. 模型で流量400%の通水をする時、3~4列に対応する中規模河床波がRippleと共存したまま生じる。このスケール(中規模河床波の幅)は約水深の100倍程度である。河道の曲がりに対応した大蛇行が中規模河床と共存している。しかし、この大蛇行の横断方向のスケールはそれほど大きなものではない。

②. 検証実験の不定流のピーク流量は2333%であった。これに対し、1400%を定流で流した場合に河道の曲がりに対応した単列砂床波が生じ、弯曲部の深掘れも非常に大きく、不定流の河床形態とはかなり違っている。模型への入力として計画高水流量を長時間通水することは、河道設計論として過剰な外力をあたえることになる。

③. 砂利河川では、洪水に対して河床の中規模河床波の複列変化が生じることがあり、この場合深掘れ深が大きくなる。砂利河川では、中規模河床形成時の明と計画高水流量時の明は1/5~1/2程度であり、列数変化を考慮する必要性はそれほど大きくない。④. 流量が2000%程度までは弯曲部で主流部は凸岸側を走るが、それ以上の流量になると凹岸側へと主流部が移る。

## 7. 今後の課題

①. 石炭粉の流送特性についてもっと詳細なる検討が望まれる。

②. 実験を行う場合、流量毎に時間縮尺を変化させて実施すれば、中規模河床波の変形速度の相似性ももっと良好になることが考えられる。

③. 現地における洪水時の中規模河床波の変形状況(列数変化)の把握が必要である。

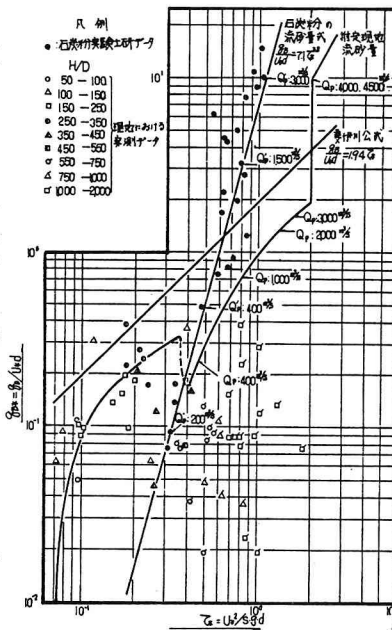


図-1 石炭粉及現地流砂量



写真-1. 平時の現地河床状況(上)と実験における河床状況(下)

写真-2 昭和47年洪水一週間の後の現地河床状況(上)と、その実験における模型河床状況(下)

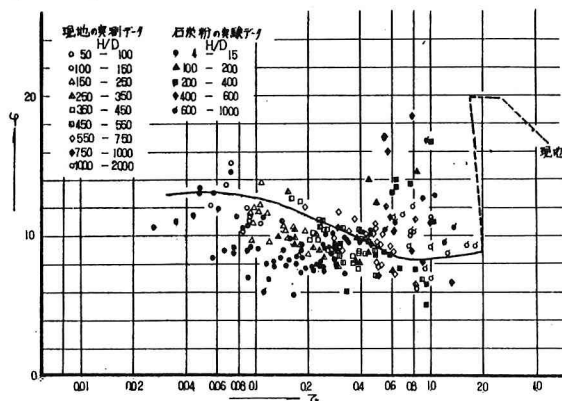


図-2 φ - Q 相関図