

水理模型実験による遊砂土工の基礎的検討

㈱北海道技術コンサルタント 神原 孝義、大谷健一、○齊藤哲也

1.はじめに

遊砂土工は、溪流空間の広がりを利用し、掃流力による流砂量の変化により自然な土砂調節を促し下流域の土砂災害を防止する施設である。しかし、遊砂空間による土砂調節機能は、流量・河道幅・河床勾配・粒径等の条件が複雑に作用するため、定量的に解明されていない。そのため、遊砂土工の形状は、遊砂空間全体に一律な土砂堆積が形成されるものとして計画している。そこで、遊砂土工の土砂調節効果を解明するため、流量・粒径・河床勾配の条件を固定し、遊砂地空間の河道幅を変化させた水理模型実験を行った。

2. 実験概要

実験は、表 1 に示す流量・河床勾配・粒径・給砂量の現地条件として、縮尺 1/40 の模型水路にて行った。実験ケースは、図 1 に示すとおり、河川河道幅 (B_0) を一定とし、遊砂地の遊砂地河道幅 (B_1) を変化させ、河道幅比 (B_1/B_0) を 2.0、4.0、6.0 倍に変化させた 3 ケースとした。供給土砂量は流入河川(河道幅 16.0m)において平衡給砂状態となる量の $55,200\text{m}^3$ (総給砂量) とし、通水時間は現地条件で 3 時間(実験スケール 28.5 分間)として、1 時間毎に河床高を測定し、土砂堆積深及び土砂堆積量を求めた。

表 1 実験条件

| | |
|------|-------------------------------|
| 縮尺 | 1/40 |
| 河床勾配 | 1/20 |
| 流量 | $100\text{m}^3/\text{s}$ |
| 粒径 | 平均粒径 $d_m = 5.1\text{cm}$ |
| | 最大粒径 $d_{95} = 10.4\text{cm}$ |
| 給砂量 | 1時間当り給砂量: $18,400\text{m}^3$ |
| | 総給砂量(3時間): $55,200\text{m}^3$ |

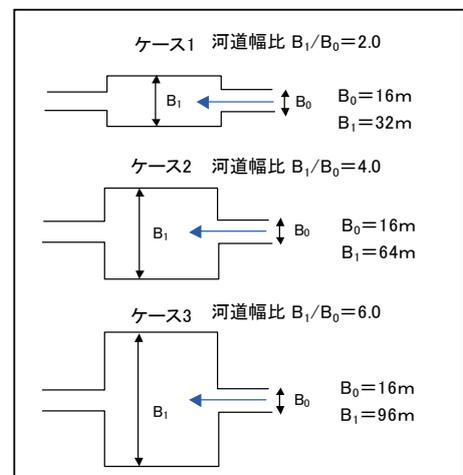


図 1 実験ケースと河道形状

3. 実験結果と考察

3.1 最終堆砂形状

通水時間 3 時間後における土砂の最大堆積深・平均堆積深を表 2 に示し、最終堆砂形状を図 2 に示す。土砂の堆積は、河道幅比が大きくなるにつれて、堆積深 2.0m 以上の範囲が広がる傾向が見られた。ただし、ケース 3 での土砂堆積は、遊砂地の中央部に集中し、両岸の堆積深は浅く、マウンド状の形状を成していた。また、ケース 2・3 での土砂堆積範囲は、流入河川から約 30° の分散角内側に堆積しており、これは土石流溪流での土砂分散角と概ね合致している。

最大堆積深はケース 2・3 で約 2.5m であり、平均堆積深は全てのケースで約 1.5m と同程度であった。

表 2 土砂堆積深(3 時間後)

| | 最大堆積深 (m) | 平均堆積深 (m) |
|------|-----------|-----------|
| ケース1 | 2.13 | 1.51 |
| ケース2 | 2.63 | 1.55 |
| ケース3 | 2.50 | 1.44 |

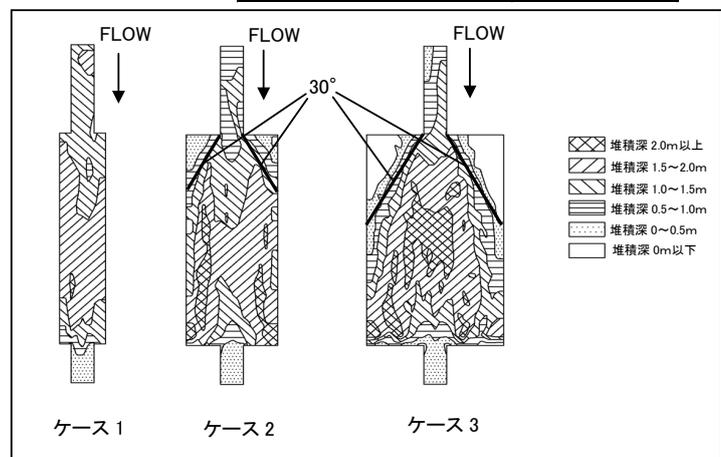


図 2 土砂堆積形状(3 時間後)

3.2 土砂調節機能

各ケースにおける、土砂調節量・調節率を図3に示す。土砂調節機能は、河道幅比が小さいほど低い傾向を示す。特に通水1時間後の土砂調節率は、ケース1で約20%と低く、当実験条件下においては、河道幅比2.0倍では遊砂地効果が期待できないと考えられる。ただし、土砂調節率が最も高かったケース3でも50%程度であり、砂防施設として十分な機能を発揮しているとは言い難く、施設効果を高める堆積促進施設が必要と言える。

また、いずれのケースにおいても時間が経過するにつれて、土砂調節量は向上するものの、土砂調節率には低下が見られた。

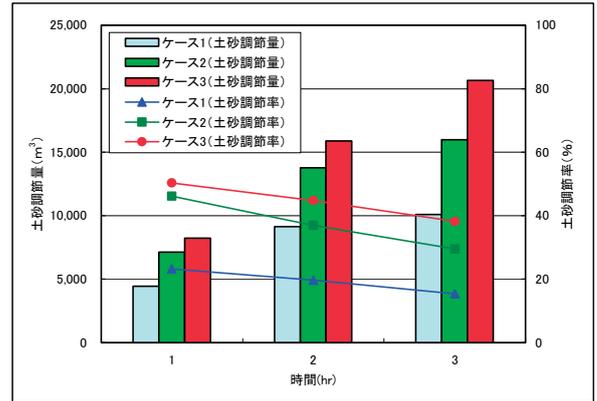


図3 土砂調節量・土砂調節率

3.3 流砂量式との比較

各ケースの条件に対し、流砂量式(Brown式)を用いて遊砂地工区間と流入河川区間の流砂量の差分により土砂調節量を算出した結果と、実験による土砂調節量の比較を図4に示す。いずれのケースにおいても、通水1時間後の時点では、計算値と実験結果は精度高く合致している。しかし、通水時間が長くなるにつれて、実験値よりも計算値の方が大きな値となる傾向が見られた。この原因は、遊砂地内の堆積が進み、河床勾配が変化したことにより、遊砂地内の掃流力が増大したためと考えられる。

4. まとめ

本検討で行った実験条件のもとでは以下の事が判明した。

- ①河道幅比2.0倍程度では遊砂地効果は期待できない。
- ②遊砂地における土砂堆積範囲は概ね分散角30°の範囲である。
- ③堆積促進施設がない場合、遊砂地で調節可能な土砂は流入土砂の50%程度である。
- ④遊砂地に十分な調節空間が存在する場合、その堆積量はBrown式による計算結果と合致している。

5. 今後の課題

今後は、実験条件(流量・河道幅・河床勾配・粒径等)を変化させて実験を行い、当実験結果の適用範囲を検討するとともに、効率的な堆積促進施設の形状検討を行う必要がある。これらの問題を解決することで、遊砂地工に適する地形条件を整理し、効率的な遊砂地工の計画が可能となると考えられる。

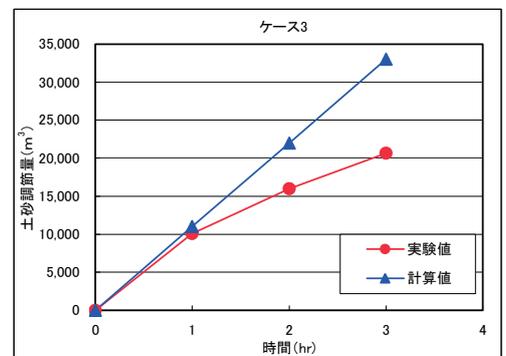
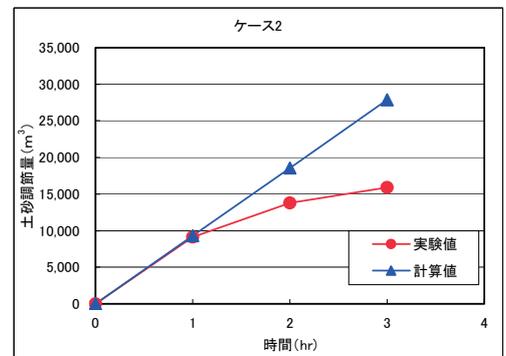
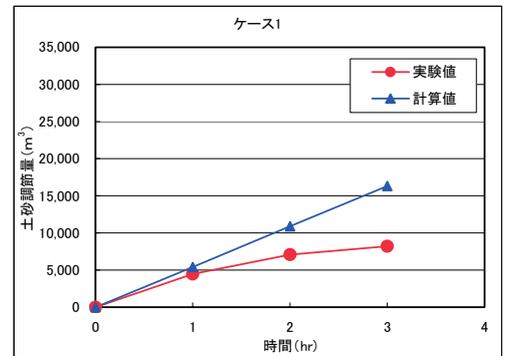


図4 土砂調節量の実験値と計算値