

アーチ型せき下流の流れ・河床変動とその解析

広島大学大学院
広島大学大学院

フェロー会員
学生会員

福岡 捷二
内田 龍彦

広島大学大学院
前田建設工業（株）

正会員
○正会員

渡邊 明英
田村 直大

1. 研究の目的

アーチ型堰は堰中心に流れを集め、また、越流する水流が美しいという特性をもつ。しかし、古くに作られたアーチ型堰は堰高が高いものが多く、堰下流に大きな局所洗掘を生じさせるという欠点を有している。そこで、アーチ型堰の利点を保ちながら河床洗掘を小さくするよう堰高を下げたとき、アーチ型堰が流れと河床形状に及ぼす影響を明らかにする。さらにアーチ型堰の設置に伴う流れと河床変動を再現できる計算法を開発することを目的としている。

2. 実験方法

実験は、移動床複断面直線水路に直角堰及び曲率半径0.57m、曲率104°のアーチ型堰を設置し、流量46.0l/sで行っている。図-1に堰の縦断形状、表-1に実験条件を示す。Case0は堰がない場合、Case1は直角堰、Case2、3はアーチ型堰である。これらはいずれも堰上下流の初期河床高差hdは0である。Case3は堰上下流の初期河床高差を3.0cmに設定し、落差を与えている。

3. 実験結果及び考察

図-2に各ケースの縦断水位と横断平均河床高を示す。堰上流の水位を比較する。Case1とCase2を比較すると、越流幅が大きいアーチ型堰のほうが直角堰よりも堰上流の水位上昇量が小さいことが確認できる。Case2とCase3の水位に差はほとんどない。これは、両ケースとも堰天端上で限界水深となるためである。Case1とCase2について堰直下部の横断平均河床高を比較すると、Case1よりもCase2のほうが河床低下量大きい。これは、アーチ型堰直下部では水路中心に流れが集中するため、直角堰直下部よりも乱れが大きく、砂の輸送量が大きくなるためである。

図-3(a)にCase1、図-3(b)にCase2、図-3(c)にCase3の河床変動コンターを示す。Case1では、堰直下部両岸において局所洗掘が生じている。これは、堰上げによって堰上流の高水敷上の流れが堰直下部において高水敷から低水路へ流入するためである。一方Case2では、堰直下部低水路中心に局所洗掘が生じているが、堰直下部低水路両岸はCase1に比べあまり洗掘されていない。これは、アーチ型堰の場合、堰下流の水路中心に流れが集中することと、直角堰に比べ堰上流の水位上昇量が小さく、高水敷から低水路への流入が少なくなるためである。Case3では、堰下流の河床が低下したにもかかわらず、水路中心の洗掘がCase2と同程度である。こ

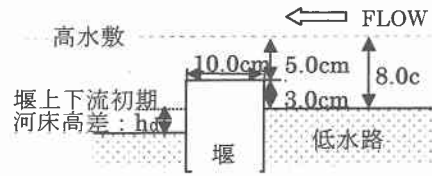


図-1 堰の縦断形状

表-1 実験条件

実験ケース	Case0	Case1	Case2	Case3
流量	46.0l/s			
hd		0.0cm		3.0cm
堰構造		直角堰	アーチ型堰	
給砂量		20.0l/s	30.0l/s	

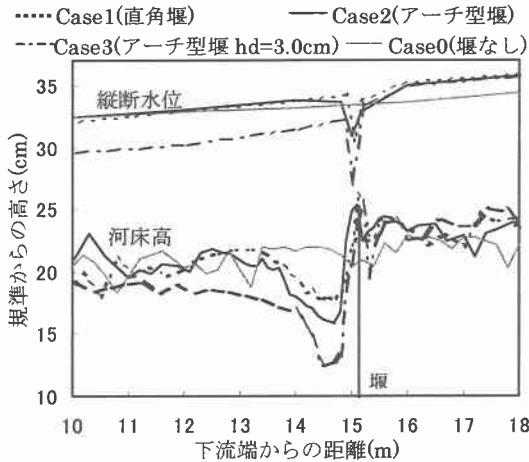
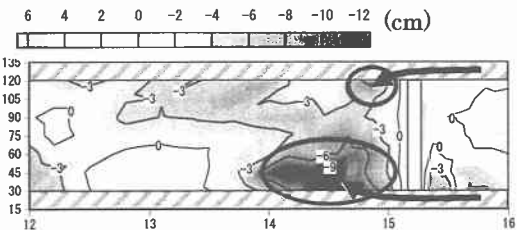


図-2 縦断水位・横断平均河床高



(a) Case1(直角堰)

れは、本実験は動的平衡状態で行われるよう水路上流で給砂を行っており、Case2 では給砂量が 20.0 l/s に対して、Case3 では給砂量は 30.0 l/s と多く、堰を越流する流砂量も大きくなることから、洗掘規模が大きくならなかったためである。しかし Case3 では堰直下部両岸において、Case2 ではほとんど生じない大きな河床洗掘が生じている。これは、以下の理由のためである。堰上流からの流砂が流れによって水路中心に集められるため、堰直下部両岸には上流からの流砂が供給されない。また、Case2 は堰上下流ともに複断面で流れているのに対し、Case3 の堰下流は低水路河床が低く単断面で流れているため、高水敷から低水路への流入量が多くなり、洗掘規模は大きくなったと考えられる。

4. 解析結果

流れの基礎式は水深方向に 2 層に分ける平面 2 層モデルであり、河床変動計算は流砂の連続式、流砂量式を用いて計算を行い、実験結果と比較する。平面 2 層モデルは堰下流の渦領域を計算できないため、堰の形状を図-4 のように置き換えて計算している。堰の形状は流況計算結果の堰直下における水位の勾配を基準にして与えている。

図-5(a)に直角堰、図-5(b)にアーチ型堰の縦断水位と河床高の実験値と計算値の比較を示す。直角堰では、水位は上下流ともによく再現できている。堰直下の局所洗掘は実験値に比べ、縦断方向にせまい範囲で大きく計算されている。アーチ型堰でも、水位は堰上下流ともによく再現できているが、堰下流の局所洗掘の規模は実験値に比べ、大きく計算されている。

この差異は、堰下流で巻き上げられながら下流へ移動する流砂運動が考慮できていないことと、渦領域の扱い方に問題が残されているためである。

5. 結論

アーチ型堰は、直角堰より堰上流の水位上昇量が小さく、堰下流低水路両岸はあまり洗掘されない利点をもつ。しかし、堰下流の河床高に対し堰高が高くなると、堰下流低水路両岸は洗掘される。また、堰下流の河床が一様に洗掘される直角堰よりも、堰直下流全体の洗掘量が大きくなる問題が明らかになった。

数値解析では、直角堰、アーチ型堰ともに水位は再現できる。しかし、堰下流の局所洗掘の大きさは適切には再現できていないため、計算方法について改善する必要がある。

参考文献

- 1) 福岡捷二, 渡邊明英, 中須賀淳, 片山敏男: 堰を越える流れの実験, 第 54 回年次学術講演会概要集 II-130, pp.260-261, 1999
- 2) 福岡捷二, 三代俊一, 中須賀淳: 固定堰のある複断面蛇行流れと河床変動の数値解析, 第 54 回年次学術講演会概要集 II-084, pp.168-169, 2001

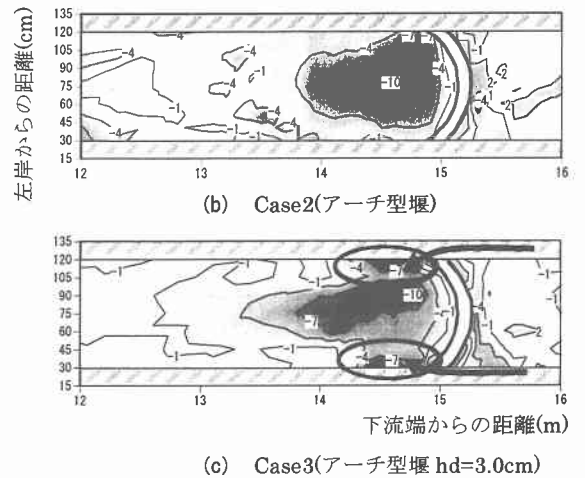


図-3 河床変動コンター

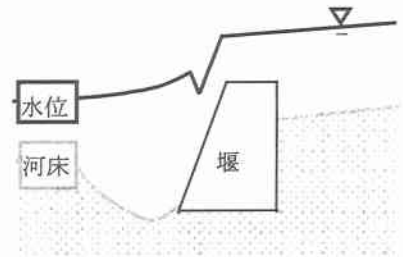
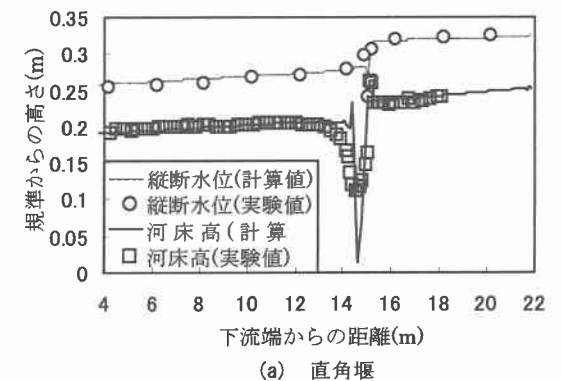
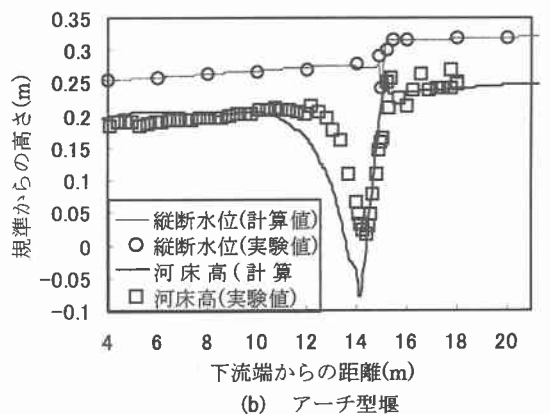


図-4 計算時の堰の形状



(a) 直角堰



(b) アーチ型堰

図-5 縦断水位・横断平均河床高比較