

ガンロックの水利特性に関する研究

徳山高専環境建設工学専攻
徳山工業高等専門学校
キッコウ・ジャパン株式会社
株式会社 安原設備工業

学生会員 ○大中 臨
正会員 渡辺 勝利
非会員 吉村 隆顕
正会員 大内 光徳

1. はじめに

ガンロックとは、図-1に示すような「Ⅱ」型の部材と棒状の部材を組み合わせた形状を呈する、鉄筋コンクリート製のブロックである。これを階段を有した土台の各段に、段の長辺に沿うように並べて配置し、その背後に石材を充填することにより、図-2のような擁壁を築造できる。この工法を、ガンロック工法という。

本工法は、多様な地形に対応できる等の特徴があるが、特に空積み方式を採用していることから、石材の間隙への樹木の植栽や河川生物の住空間の確保等、自然環境が創出できる。(以下、環境保全機能と呼ぶ。)

ガンロック工法の擁壁としての強度とガンロックの特徴から得られる環境保全機能は近年の河川整備で取り組まれている多自然川づくりを進める上で有利に働くと考えられ、本工法の河川護岸への適応が期待されている。

ガンロック工法を河川護岸に適用するには、その水理学的特性を把握する必要がある。そこで、本研究ではガンロック護岸模型を作成し、その粗度係数、流体力(抗力、揚力)に対する安定性、護岸周辺の流速分布特性および、内部流況の特徴の諸特性を検討した。

2. 実験装置および方法

本実験には、図-3に示すような、全長10m、幅60cm、高さ15cmの総アクリル樹脂板製の滑面開水路を使用した。水路勾配を1/1000に調整した本水路の上流50cmの位置から、右岸側壁部分に8mに渡ってガンロック模型(長さ1m、底面幅7cm、頂点幅1.5cm、高さ13cm)を配置し、原型の1/33スケールで作成したガンロック模型を規則的に配置した。図-4にはガンロック模型の配置概要を示している。

粗度係数評価のための水面形計測では、図-3に示した①～⑨の各断面において水深を測定した。計測にはデジタルポイントゲージを用いた。

流速計測ではPTV法を採用した。計測では、上流か



図-1 ガンロック外観図



図-2 ガンロック工法による法面施工例

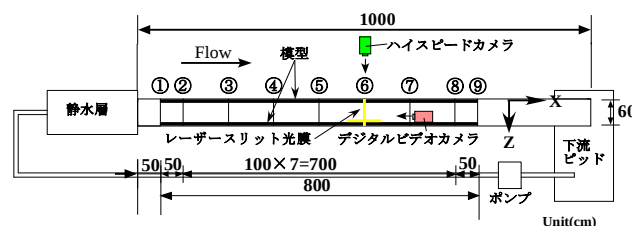


図-3 実験水路平面図

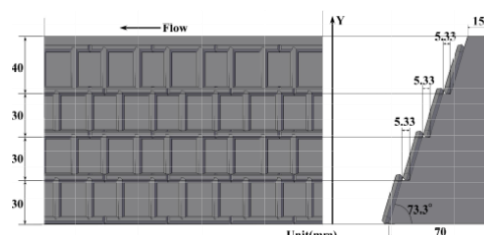


図-4 ガンロック模型配置概要

ら5mの断面⑥において鉛直方向32断面、水平方向20断面に区切り、各断面において、レーザースリット光膜(PIVLaserg100)を通過する粒子の様子をハイスピードカメラ(HAS-LH1)を用いて撮影した。その画像を1/100秒間に60秒間(6000枚)に亘ってコンピューターに取り込み、FlowPTV((株)ライブラリ)を用いて解析を行い、流速を求めた。

護岸周辺の内部流況の可視化には蛍光染料注入法を用いた。レーザースリット光膜を断面⑥に設置し、それより4m程度上流から200cc程度の蛍光染料水溶液(比重1.005)を静かに注入し、初期の攪乱部分が流下した後、照明とトレーサーによって可視化された流体運動の様子をデジタルビデオカメラ(SONY DCR VX2000)を用いて撮影した。可視化は横断面視のみ行った。

キーワード ガンロック, マニングの粗度係数, 安定照査, 開水路流れ, 二次流, 流速分布特性の検討

連絡先 〒742-8585 山口県周南市学園台 徳山工業高等専門学校内水工学研究室 TEL0834-29-6326

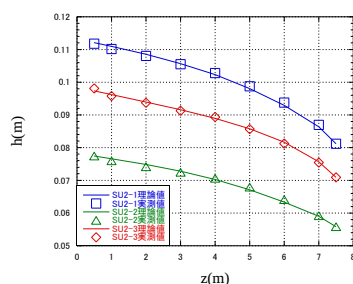


図-5 理論値と実測値とのフィッティング結果

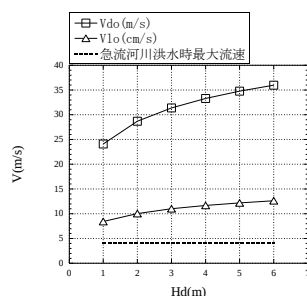


図-6 限界平均流速図

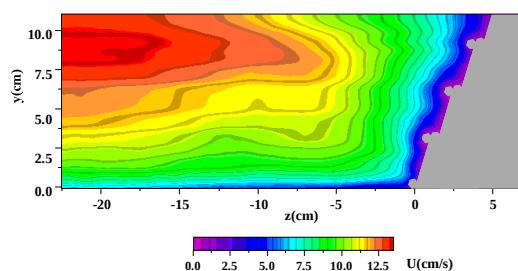


図-7 ガンロック主流速分布

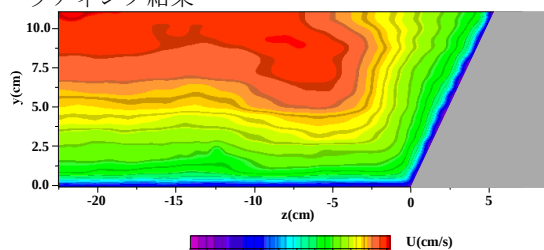


図-8 滑面主流速分布

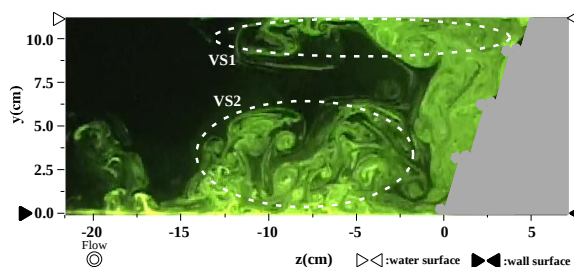


図-9 ガンロック流れの内部流況

3. 実験結果および考察

(1) 粗度係数の評価

実験では、3パターンの流量における水面形を計測後、標準逐次計算法で、実測した断面に対応した水面形を導出した。計算式と実測値とを比較し、平均二乗誤差の式を用いて各断面の水面高さの誤差が最も小さい粗度係数をモデルの粗度係数とした。最後にその値をフルード相似則を用いて原型の粗度係数に変換してガンロックの粗度係数を評価した。その結果、ガンロックの粗度係数は0.034であることが明らかとなった。図-5に、水面形測定結果から粗度係数を評価する際に採用した理論値と実測値とのフィッティング結果を示す。どの結果もおおよそ値が一致していることが確認できる。

(2) 流体力に対する安定性の照査

ガンロック護岸に作用する流体力に関するモデルを作成し、安定性を照査した。モデルでは、石材の量が最も少ない護岸最上段の単独のガンロックを対象とし、作用する流体力としては、掃流力と揚力を考慮した。それらの力と、ガンロックと石材との摩擦抵抗力の釣り合い式から限界流速を求めた。図-6は護岸近傍の限界流速を断面平均流速に変換し、グラフにまとめたものである。点線は急流河川の洪水時の断面平均流速の値を表しており、ガンロックの流体力に対する高い安定性が確認できる。

(3) 流速分布

図-7はガンロック設置時、図-8は滑面設置時における

主流速分布を示している。両者を比較すると、ガンロック設置時の流れは、滑面設置時の流れに比べて、護岸付近の流速が低減し、流れの高速域が水路中央に移動していることが明瞭である。

(4) 内部流況

図-9はガンロック護岸周辺の可視化状況を表している。水表面にVS1に示すような強い横流れ、低壁面にVS2の様な大規模な渦が確認でき、これらの渦構造が主流速の低減に寄与していることが推察された。

4. 結論

本研究では、ガンロックモデルの水理実験により、ガンロックの水理特性を解明した。以下に結論を示す。

(1) ガンロックモデルを設置した水路での水面形計測、逐次近似法とフルード相似則を用いて、ガンロックのマニングの粗度係数を導出した結果、その概略値は0.034であることが明らかとなった。

(2) ガンロックに関する力学モデルより、掃流力および、揚力に対する限界流速が求められ、洪水流に対する安定性が検証された。

(3) PTV法を用いた流速計測で、ガンロック設置時の流れでは側壁付近が低速傾向となり、高速域が側壁から遠ざけられることが明らかとなった。

(4) 蛍光染料注入法を用いた可視化実験により、ガンロック護岸の水表面付近、底壁面付近に大規模な渦構造が形成される。これらが横流れや二次流れを形成し、主流速の低速化に寄与することが推察された。