

川崎重工業(株) 正員 門屋大二 正員 鬼東博文
正員 坂井藤一 正員 裾本龍雄

1. はじめに

シェルゲートに作用する流体力の特性は、ゲート形状や対象とする水理条件により著しく異なる。この流体力を求める水理解析法は必ずしも確立されておらず、設計に当っては、個々のゲート形状、水理条件に合わせた水理模型実験を行わざるを得ないのが現状である。その意味で、今回、長径面ゲートの流体力特性を調査する目的で、一連の模型水理実験を実施した。本報告は、この実験と一部実施した解析について述べる。実験に使用したゲート模型は、ゲート前面傾斜角3種(20° , 45° , 60°)、偏平度2種($H/B=0.61$, 0.89)の組合わせによる計6体である。また、解析は、従来の諸研究に述べられた方法による計算とともに、FEMによる自由流出計算も試みた。本研の目的は、このような実験と理論の両面から長径面ゲート流体力特性を把握することと、その解析法を確立することである。

2. 実験概要

2.1 実験装置 長さ1.4m、幅1m、高さ0.9mの水路中に、幅0.994mの2次元模型を、ロードセルを有する懸架装置により設置し、この懸架装置により、水平力、鉛直力、モーメントの3分力を検出できるようにした。河床形状は2種(平坦型、段差付型)を使用した。

2.2 模型 図-1に示す形状を採用し、パラメータとしての前面傾斜角、偏平度の影響を調査できるようにした。

2.3 測定項目 2ノメータ(22~25号)によって扉体に作用する圧力分布を計測し、動圧計(4個)によってゲートリップ近傍の圧力変動を計測した。流況は、目視および写真撮影により観測した。

2.4 実験ケース 基本的パラメータとして、前面傾斜角、偏平度、河床形状などを考え、上流水位、ゲート開度、フラップ開度などを変化させて、流出状態としては、自由流出のみ、潜り流出のみ、および上下端同時流出の3種類の状態を対象とした。実験ケースは、まとめると下表のようになり、合計163ケースとなる。

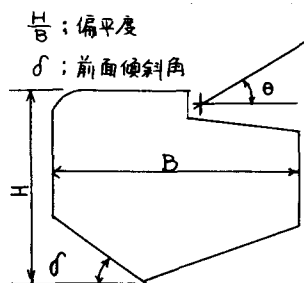


図-1

表-1

	模 型	河 床	上流水位	シェルゲート開度	フラップ開度
実験条件	偏平度 $H/B=0.61$	平坦型 : 1種	395 mm	6.25 mm	45°
	0.89	段差付型: 4種	375	19.0	30°
	前面傾斜角 $\delta=20^\circ$	(勾配 2)	350	31.3	20°
	45°	(掘込深 1/2)	他	43.5	10°
	60°			62.5	-11°
種類	6 種	5 種	基本的には 3 種	5 種	5 種

(実験ケースは上記実験条件の適宜組合せで設定)

3. 自由流出時の解析

ゲートに作用する流体力は、ゲート周りの圧力分布の積分値であり、圧力分布が明らかにされれば、流体力は求まることになる。自由流出の場合には、従来から2次元ポテンシャル理論に基づく解析が考えられている。

このような理論解析については、古典的な方法として等角写像を用いる手法が一般的に行なわれている。また、最近では、コンピュータを用いた差分法などが適用されている。名合は等角写像法をシエルゲートの流理解析に適用し、得られた理論解と実験値がよく一致することを報告している。ここでは名合が用いたのと同じ手法により、実験値との比較を行った。

図-②, ③, ④はそれぞれ前面傾斜角 $\delta=60^\circ, 45^\circ, 20^\circ$ のケースにおける圧力分布の実験値と理論値である。前面傾斜角 $\delta=45^\circ, 60^\circ$ の場合では、各ケースとも理論解は実験値とよく一致する。しかし、 $\delta=20^\circ$ の場合には、理論解と実験値は異なる圧力分布形状を示す。これは名合の報告にもあるように、ゲート底面に剥離領域が形成され、連続流という理論の仮定が満たされないためであると考えられる。

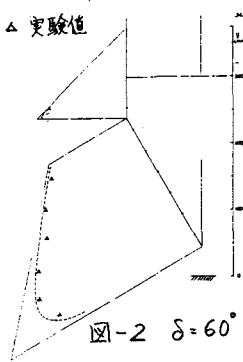


図-2 $\delta=60^\circ$

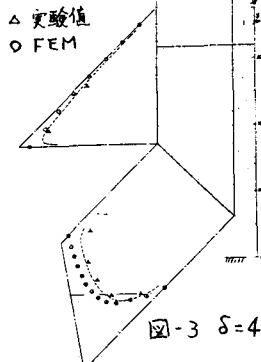


図-3 $\delta=45^\circ$

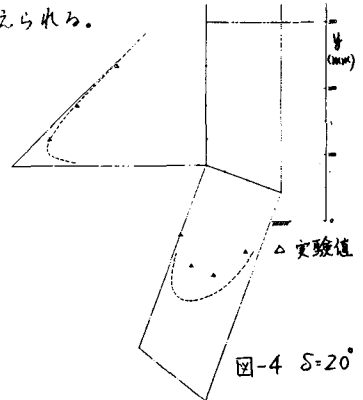


図-4 $\delta=20^\circ$

さらに、ここでは新しい手法としてFEMの適用を試みた。FEMとしては、鷲津、池川、中山らの手法に依っている。図-③には若干条件は異なるが、FEMの結果もプロットしてある。本ケースでは、FEMの収束性の問題もあり、等角写像の結果の方が実験値によく合っているようである。

FEMのメッシュ分割と流速分布の例を図-⑤, ⑥に示す。

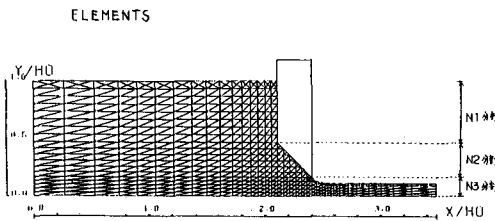


図-5 メッシュ分割図

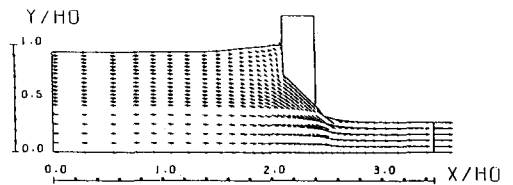


図-6 流速分布図

FEMの計算は、収束性などの問題もあるが、ゲート形状や河床形状が複雑に変化する場合などにも容易に適用できるので、汎用性がある。今後ゲート水理解析法の一つとして、発展が期待される。

4. おわりに

現在研究はまだ継続中であり、実験結果の詳細などは当日発表する。今後、種々の検討を通じて長径面ゲートの解析法を確立していきたいと考えている。おわりに、東大工学部の鷲津教授、中山助手の御指導、御協力に謝意を表す。