

II-310 傾斜水路に生ずる跳水の流れ特性

金沢工業大学 正員 今井 悟

" " 中川武夫

1. まえがき

跳水現象とは、流れが射流から不連続的に常流に移る際に渦が生じる現象のことをいう。前報までは、水平水路に生ずる跳水の流れ特性について考察してきたが、今回は水路を傾斜させて水の重力による影響が水面計、流速分布および底面・側面せん断応力にどのようにもたらされるかを検討したものである。

2. 実験方法

実験は長さ9.0m、幅0.3m、深さ0.4mの可傾斜型開水路で行った。図1に実験の概要を示した。水路の傾斜は1/50とした。座標はスルースゲート直下の水路床中心軸を原点とし、それぞれ下流方向へX、左方へY、上方へZの正方向と定義した。フルード数は射流部の平均流速と水深より求めた。水深の測定はポイントゲージを用いて行った。流速の測定はマノメータに接続したピトー管で行い、気泡の混入する位置ではプロペラ流速計を用いた。せん断応力の測定はプレストン法によって求めた。測定は各垂直断面ごとY=0、±4、±8、±12cmにおいて実施した。表1に本実験における水理パラメーターを示した。

3. 結果および考察

(1) 水面形

図2は跳水前縁の水深(Z_0)に対する跳水後縁の水深(Z_e)の比(Z_e/Z_0)とフルード数Frとの関係を示したものである。この図より、Y座標が0cmから12cmになるにしたがって直線の傾きが緩やかになっていることがわかる。これは側壁に近づくにしたがって粘性の影響で水面の上昇が抑制されるためと考えられる。また、実験値が理論値より傾きが小さいのは、理論では粘性の影響が考慮されていないことによる。

(2) 底面・側面せん断応力

図3はそれぞれのXでの垂直断面における底面ならびに側面せん断応力の分布を示したものである。ここで、X=185cmが跳水前縁に相当している。この図より、各X断面の底面せん断応力は側壁に近づくにつれて減少し、側面せん断応力は水面に近づくにつれて減少す

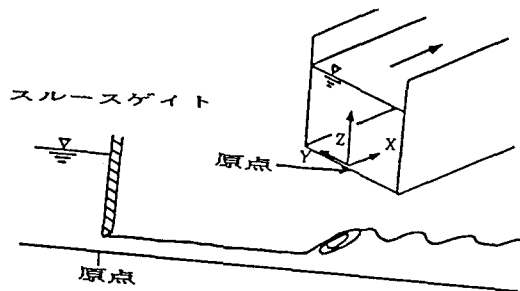
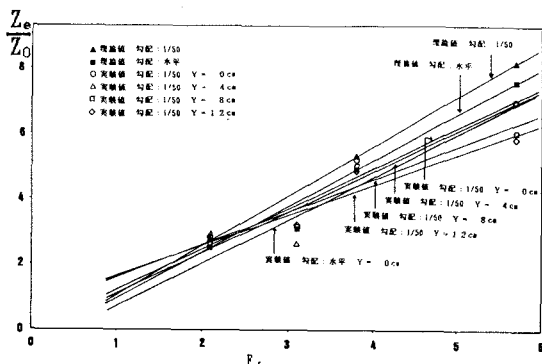


図1 実験の概要(傾斜=1/50)

表1 水理パラメーター

実験	平均流速 cm/s	平均流量 l/s	フルード数 Fr	勾配
1	102.1	7.4	2.10	1/50
2	146.8	10.1	3.09	"
3	192.6	15.0	3.81	"
4	283.6	21.3	5.73	"

図2 Fr数と Z_e/Z_0 との関係

ることがわかる。また、底面ならびに側面せん断応力はいずれも跳水前縁からの距離の増加に伴って減少している。

図4は縦軸に底面せん断応力(τ_b)、横軸に跳水前縁からの距離 X' をとり各フルード数のデータをプロットしたものである。この図より、 X' の値が増加するにつれて、せん断応力は急激に減少し、最終的には零に漸近していることがわかる。

図5は、無次元跳水長(L/Z_0)とフルード数 Fr との関係を示したものである。ここで、 L はせん断応力より求めた跳水長である。この図より、無次元跳水長(L/Z_0)はフルード数 Fr の増加に伴って増加することがわかる。また、無次元跳水長(L/Z_0)は Y 座標の増加に伴って減少する傾向を示している。

(3) 流速分布

図6、7はそれぞれ Y 座標0cm、12cmの断面内における無次元流速分布を示した。ここで、 L/Z_0 は無次元水深、 X'/Z_0 は跳水前縁からの X 方向無次元距離である。図6の流速分布には、底面付近で変曲点が認められないが、図7の $X'/Z_0=2.2\sim 10.8$ の流速分布には底面付近で変曲点を認めることができる。図6と図7はいずれもフルード数 $Fr=2.10$ の結果であるが、フルード数 $Fr=3.09$ の時には底面付近で逆流が認められた。

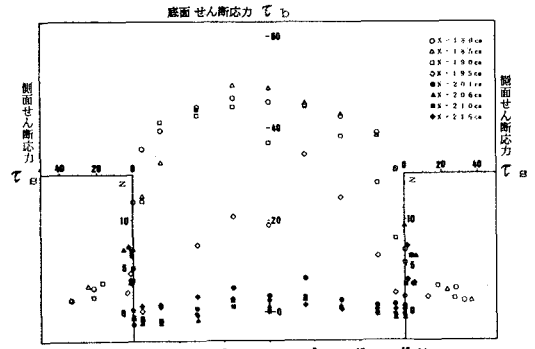


図3 底面・側面せん断力($Fr=3.09, I=1/50$)

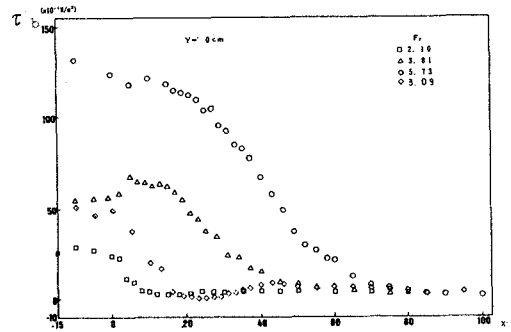


図4 底面せん断力分布($Y=0, I=1/50$)

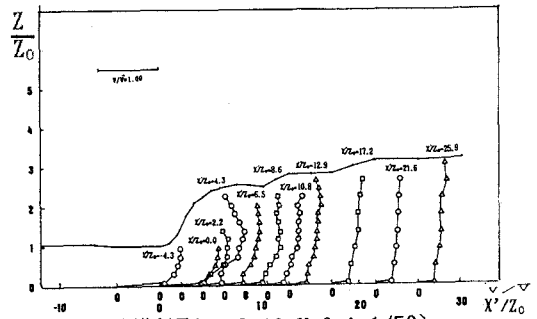


図6 流速分布図($Fr=2.10, Y=0, i=1/50$)

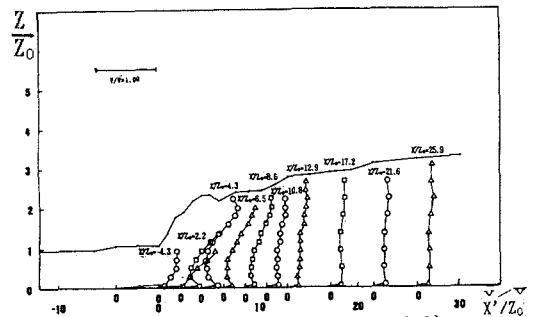


図7 流速分布図($Fr=2.10, Y=+12, i=1/50$)

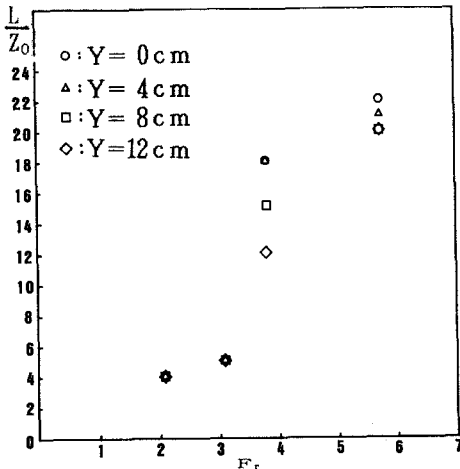


図5 跳水長さ(L/Z_0)とフルード数 Fr との関係($i=1/50$)