

(Ⅱ－26) 小規模スケールの水域における回転効果と地形の影響に関する実験的研究

中央大学理工学部 学生員○千田 勇 中央大学大学院 学生員 笠井 雅広
北見工業大学 正 員 内島 邦秀 中央大学理工学部 正 員 山田 正

1. はじめに 著者らはこれまでに大型回転水槽を用いた実験により、噴流がコリオリ力の影響を受け始めるのはロスビー数が1のオーダーであること、数キロスケールの流れの場合においても流速が非常に遅い場合にはコリオリ力が慣性力に卓越することを明らかにした。本研究では回転系の流れの場に流入した噴流が受けるコリオリ力と底面摩擦の関係について実験的に考察する。

2. 実験内容及び方法 本実験で用いた水槽は200cm×200cmの正方形で深さ30cmであり、中心がターンテーブルの回転軸から偏心がないように設置されている(写真1)。実験条件を表1に示す。①噴流に対するコリオリ力と底面摩擦の効果に関する実験:剛体回転した水槽にタンクを用いてトレーサを噴流で流す。(i)水槽の水面下1cmの部分にオリフィスを設置し、水深を変え、4パターンの水深で実験を行う。(ii)水深を17cmとし、噴流の流入口の高さを変え、4パターンの実験を行う。②流入条件の違いによる水面速度分布の違いに関する実験:剛体回転した水槽にポンプを用いて30分間流入を与えて定常流を作る。流入口は水面から深さ方向に1cm間隔で直径3mmの穴をあける。流入口の数を変えた時(流入流速は一定)の水面の流速分布を比較する。以上実験①②のトレーサの動きをビデオカメラで撮影し、解析を行う。なお噴流流速は回転がない状態でトレーサの先端が流入口から1m地点に達するまでの平均流速である。



写真1 回転水槽

3. 実験結果及び考察実験

表1 実験条件

図1、図2は①噴流に対するコリオリ力と底面摩擦の効果に関する実験;のトレーサの先端位置を5秒間隔で30秒までを表したものである。実験①-(i)で水深が3cmの時と6cmの時を比較すると、水深6cmの時はコリオリ力によりトレーサが曲げられている事が分かる。それに対して水深3cmの時は、底面摩擦の影響を受け、トレーサの曲がり小さい

実験番号	水深	噴流流速	回転周期	ロスビー数	流入口の位置	流入口の型
①-(i)-a	3cm	5cm/s	120s	0.48	水面より1cm	
①-(i)-b	6cm					
①-(i)-c	9cm					
①-(i)-d	12cm					
①-(ii)-a	17cm	4cm/s	120s	0.38	底面より3cm	
①-(ii)-b					" 6cm	
①-(ii)-c					" 9cm	
①-(ii)-d					" 12cm	
②-a	17cm	10cm/s	90s	0.72	底面より2cmから水面まで	
②-b					" 3.5cm "	
②-c					" 5cm "	
②-d					" 7cm "	
②-e					" 8.5cm "	

事が分かる。以下水深9cm, 12cmの時は水深6cmの時とほぼ等しい曲がり方をしており、水深が非常に浅い場合は底面摩擦がコリオリ力を相殺する。実験①-(ii)では流入口の位置が底面より3cm, 6cm, 9cm, 12cmの時全てほぼ等しい曲がり方をしており、流入した噴流は底面摩擦の影響をあまり受けていない事が分かる。実験①-

(i)と①-(ii)の実験結果を比較すると、実験①-(i)では水平方向に大きく拡散し、実験①-(ii)は鉛直方向に大きく拡散した。実験①-(ii)で底面摩擦の影響をあまり受けなかったのは鉛直方向に大きく拡散したことが理由に考えられる。②流入条件の違いによる水面流速分布の違いに関する実験;図3～図7は実験②の水面の流速ベクトルを表したものである。

実験番号②-bの流入口が底面より3.5cmから水面までの時と②-cの底面より5cmから水面までの時のトレーサの動きを比較してみると、5cmの時流入口右側に大きな渦が出来、トレーサはコリオリ力の影響を受けているが、3.5cmの時水面速度分布はほぼ左右対称で、トレーサはコリオリ力の影響をあまり受けていない。この実験結果より、底面から3.5cmの噴流が底面摩擦の影響を受け、この影響が水面に伝播することが分かる。また、底面から5cmの噴流は底面摩擦の影響をあまり受けず、水面においても噴流がコリオリ力の影響を受けることが分かる。

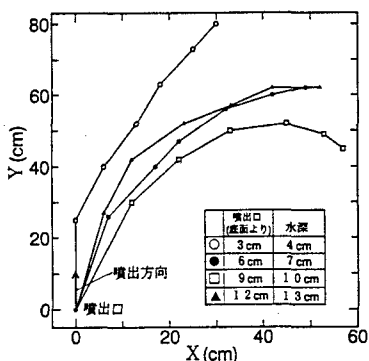


図1 トレーサ先端位置の軌跡 (5秒間隔)

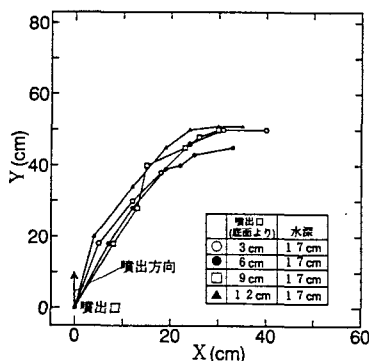


図2 トレーサ先端位置の軌跡 (5秒間隔)

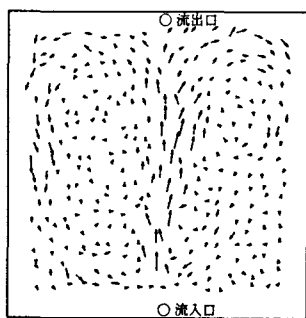


図3 実験番号②-a (→ 10cm/sec)

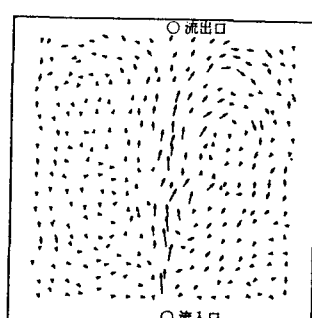


図4 実験番号②-b (→ 10cm/sec)

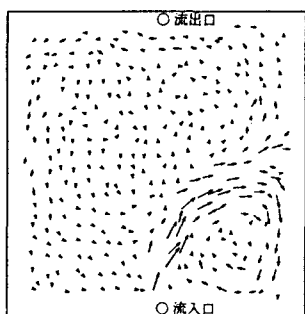


図5 実験番号②-c (→ 10cm/sec)

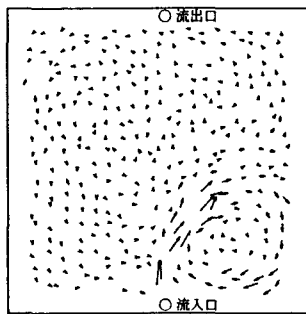


図6 実験番号②-d (→ 10cm/sec)

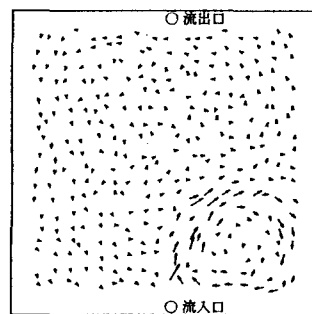


図7 実験番号②-e (→ 10cm/sec)

図3～図7 水面の流速ベクトル

4. まとめ (1)底面摩擦の影響を受ける水深とあまり受けない水深の境界がある。(2)底面摩擦の影響を受ける水深から水面まで噴流を与えた時、水面においても噴流は底面摩擦の影響を受ける。

<参考文献>1)山田正, 日比野忠史, 宮崎誠, 笠井雅広, "大型回転水槽を用いた回転流体に関する基礎的研究", 第21回土木学会関東支部, 1994, pp154-155. 2)山田正, 日比野忠史, 笠井雅広, "回転系の流れの場における地形の影響について", 水文・水資源学会1994年研究発表会要旨集, pp324-325

<謝辞>本研究は科学研究費一般研究(c) (代表 山田 正)の援助を受けている。ここに記して謝意を表すものである。