

II-247 回転流による固体粒子の分離についての実験研究

東洋大学 大学院 学員 上出 勝幸
東洋大学 工学部 正員 萩原 国宏

1. はじめに

底のある円筒水槽に流体を充填し、流体に回転を加えた場合、回転軸の上向きに吹き上げが起こることは、知られている。本実験では、回転流中に浮遊する固体粒子が存在する場合に、浮遊している固体粒子は、どのような挙動を示すものかを、濁度測定、及び回転流によって生ずる二次流による固体粒子の可視化によって、検討したものである。

2. 実験装置、及び方法

(1) 濁度測定

実験装置は、図-1の(a)に示すように、攪拌部分、回転流部分、集水部分の三部分によって成り立っており、回転流は、中間の回転流部分で作られている。この回転流部分は、直径30cmの円筒水槽であり、今回の実験では、水深15cm、20cmの2つのケースについて、行なった。また、回転流は、攪拌部分からの流入水を、円筒水槽壁面に、噴射することによって、作った。更に、流入量の調整は、バルブによって行ない、同時に、このバルブによって、回転流の流速を制御するようにした。

回転流中の固体粒子、すなわち、懸濁液の濁質には、比重2.80の粘土を用いた。測定中に、懸濁液の濁度変化が生じないように、回転流部分からオーバーフローした懸濁液は、集水水槽にため、ホコップによって、ふたたび攪拌水槽に、揚水し、攪拌するようにしてある。

懸濁液のサンプル採取は、円筒水槽の中心をX-Y座標の原点に取り、円筒水槽の半径をRとした時、(0,0)、(±R/2,0)、(±R,0)、(0,±R/2)、(0,±R)の9点、及び、水深5cmごとの場所より、行なった。

濁度は、透過光式濁度計により、測定した。

(2) 可視化

実験装置は、図-1の(b)に示した。この時の円筒水槽は、直径15cm、水深7.5cmのものを用いた。可視化は、トレーサー法によって行ない、トレーサーとしては、アルミ粉を利用した。

円筒水槽の下方に、スリット光源を設け、円筒水槽の直径にあたる部分に、スリット光を、円筒水槽を横断するように当て、横方向より、写真撮影を行なった。

3. 実験結果

(1) 濁度測定

実験は、懸濁液の流入量を変化させた場合と、円筒水槽の水深

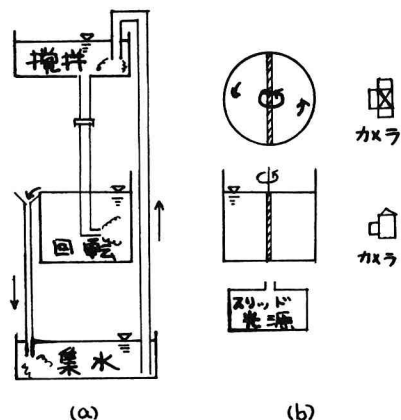


図-1 実験装置

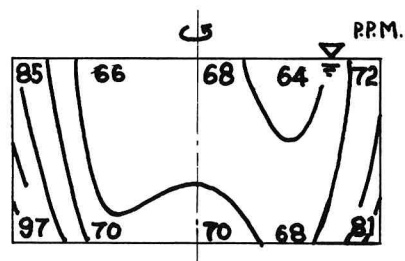


図-2 濁度分布

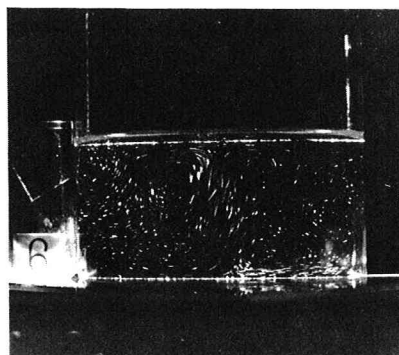


写真-1 二次流の可視化

を変化させた場合、更に、懸濁液の流入口の高さを変化させた場合に分けられる。

結果の全般にわたる特徴としては、次の事が上げられる。
1) 濁度は、図-2に示すように、円筒水槽の底面付近、壁面付近及び、回転軸付近において、高い値を示す。

2) 円筒水槽に流入する懸濁液の濁度より高い濁度が、壁面底部において、形成されている。

懸濁液の流入量を変化させた場合、流入量が毎秒15cc以上になると、円筒水槽内の濁度分布の変化が小さくなる。これは、回転流を作るとき、壁面に槽内水槽からの懸濁液を噴射することから流入量が、増大するにしたがって、噴流によって円筒水槽内を攪拌することによる。

また、懸濁液の流入口の高さを変化させた場合、流入口の高さが、高い程、底面付近での濁度が高いという結果が、得られた。これは、やはり、流入する懸濁液の影響を受けているもので、流入口付近では、渦ができていたことが、流速分布形成の折にわかつている。

(2) 可視化

可視化によって得られた結果は、次のようである。

1) 回転軸で、上昇流が生じており(写真-1、2)、流れ全体を見ると、図-3のような流れになっている。すなわち、円筒水槽内において、回転流が存在する場合、回転軸に対して対称に、縦の渦が出てきていることがわかる。また、この上昇流は、水面にまで上昇し、写真-2のように、偏心する場合がある。

2) 円筒水槽底面において、中心に向う流れが存在しているが、この流れは、薄い層内を、かなり速い流速で流れる。

3) 壁面近傍には、テ일러渦が生じている。これは、円筒水槽の主流が、断面方向の圧力変化に影響されてできるものである。

4. 結論、及び、今後の課題

回転流中に浮遊する固体粒子は、回転流によって生じる、2次流によって、移動する。また、回転流中の流速分布は、図-4に示すようになっている。

今後は、さらに境界条件の異なる回転流についての2次流の発生形態、固体粒子の沈下、及び、上昇の形態を、実験、及び、理論解析により、検討していく予定である。

参考文献

1) U. T. Bödewadt, Die Drehströmung über festem Grund, ZAMM 20, 241 (1940)

2) W. G. Cochran, The flow due to a rotating disk, Proc. Cambridge Phil. Soc. 30, 365-375. (1934)

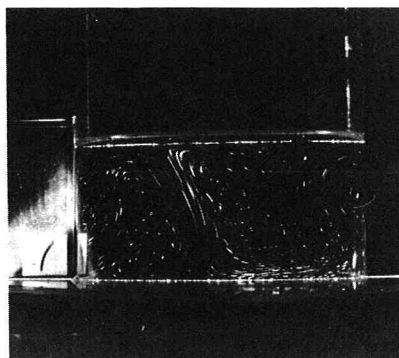


写真-2 Z次流

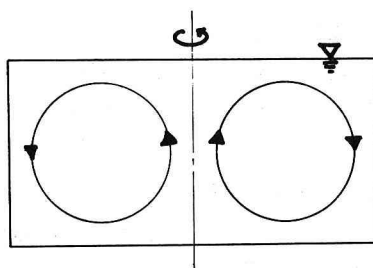


図-3 流況図

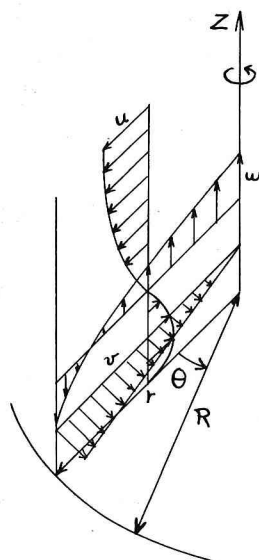


図-4. 回転流内の速度分布図