

○ 神戸市 正員 金藤 勤
 関西熱化学 (株) 長谷川幸英
 神戸大学工学部 正員 寛 源亮

1. はじめに

沈殿池がその機能を十分発揮するためには、沈殿池内の流れを極力一様にしてやる必要がある。そこで、本研究では流動複屈折法による可視実験により沈殿池内の流況特性を把握し、さらにPoisson-Schwarz の積分公式・Fourier 変換などの数値計算によりその検討を行なう。

2. 流動複屈折法の理論

流動複屈折法とは、光弾性計測法の / つで、流れにまったく影響を与えずに定量的に可視化できるといふ特徴をもっている。本研究で用いる光学系を図1に示す。測定水路に複屈折流体が存在する場合、偏光子を通過した直線偏光は2方向に屈折し互いに干渉を起こす。

この時、検光子を透過する光の強度は式(1)のように表わされる⁽¹⁾。

$$I = \alpha I_0 \sin^2 2\phi \sin^2 \frac{\delta}{2} \quad (1)$$

図1 光学系

ここに、 α は吸収係数、 I_0 は原光強度、 ϕ は屈折角と偏光子偏光面の成す角、 δ は2つの屈折角の位相差である。従って、観測部には角 ϕ の変化による等傾線と角 δ の変化による等色線の両者が生じることとなる。F. N. Peebleは⁽²⁾せん断力を表わす等色線の次数 N と流れ関数 ψ とを関連づけた。本研究では、その関係式(2)の第 / 項を省略した式を、図2の境界条件のもとで中央差分により近似計算を行うこととした。

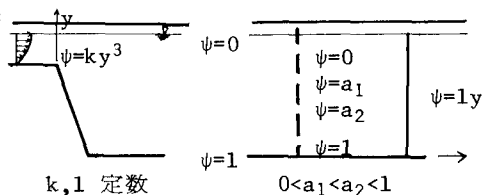


図2 境界条件

又、実験装置は60cmの測定水路をもつ循環式の水路、実験溶液としては黄色の染料Milling-Yellow 溶液を用いることとした⁽³⁾。

3. 実験結果および考察

本研究では、整流板の孔の個数による流況の変化を検討するため、測定水路のスリットの数を変えた時の等色線の様子を図示したのが図3、図2の境界条件のもとで式(2)により計算した結果を図4に示す。

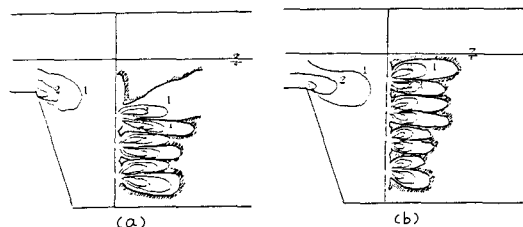


図3 等色線の様子

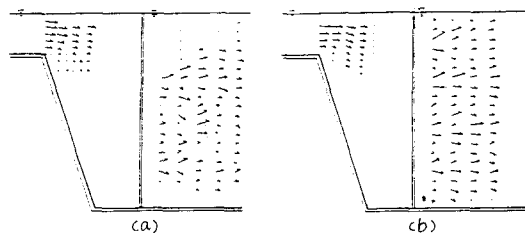


図4 流速分布

図3の(a), (b)とも流入部近傍の水路底部では等色線は現れない。この領域では暗い等傾線が確認でき、流れはなく死水域となっている。整流板から下流部においては、各スリット付近に明確な等

色線が現われる。各スリットで確認される等色線はほぼ同じ形であるが、(a)では最上部のスリットを閉鎖しているため等色線は現われない。図4に示すように孔より上部では流れは上向き、下部では下向きを示し、等色線の現われない部分では流速は極端に小さくなっている。又(a)と(b)を比較してみると、(a)のほうが流況のばらつきはいくぶん大きくなっていることが認められる。

4. 数値計算による検討

数値計算によりはくり流線を決定するにあたって、本研究では複素速度平面による手法と対数複素速度平面による手法の2つの方法を用いた。傾斜角が90°の場合は複素速度平面上でDCはくり流線となるように鏡像の原理を用いて、吹き出し・吸い込みを考えたり平面を作る。この平面上の複素ポテンシャル、物理平面と平面の対応によりはくり流線を求めることができる。又傾斜角が90°以外の場合は対数複素速度平面を考え、これをS-Cの定理を用い変換を施したt平面を作る。このt平面上の複素ポテンシャル、物理平面とt平面の対応によりはくり流線は決定される。

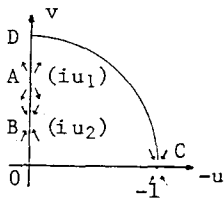


図5 複素速度平面

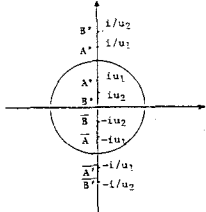


図6 z平面

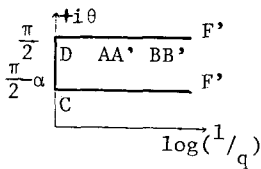


図7 複素対数速度平面

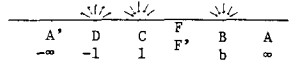


図8 t平面

このようにして求めたはくり流線を図9に示す。前述の実験値と比較するとその死水域はいくぶん狭くなっている。

この違いは実験水路の流入部水深が浅いことも要因の一つであるが、それ以上にMilling- Yellow 溶液の粘性の強さがこのような結果をもたらす原因となっているのではないかと考えられる。次に沈殿池内の全領域で流況を比較するために、完全流体の仮定のもとでPoisson- Schwarzの積分公式により求めた流況を図10に示す。孔が上部にある場合には極端な上昇流、下部にある時は極端な下降流が整流板近傍で存在する。実験結果と比較すると流れのばらつきは全体的に小さい。これは(2)式においてその第1項(主応力項)を省略したため、x方向・y方向の流速の大きさがさほど差がない場合にその影響があるのではないと考えられる。最後に、Fourier 変換により粘性流体に弱干の考察を行った。その結果が図11である。前述の図4図10とはほぼ同様の傾向をもつことがわかった。

5. おわりに

沈殿池内に整流板が存在する場合、流れは孔のある位置に向かうことがわかった。又、整流板通過後の流れを一様にしてやるには、孔を数多くするほうが効果的であろうと考えられる。この流動複屈折による可視実験は、他のモデルにも十分応用していくことができると思われる。

参考文献 1. W. Merzkirch : Flow- Visualization 2. F. N. Peeble : Photoviscous analysis of two dimensional flow in an expanding jet, Exp. Mech. 5(1965) 3. 篁源亮 : 波面境界上の流速測定, 流れの可視化シンポジウム(1981) 4. 伊藤秀夫 : 低平地開水路網の定常流に関する研究, 土木学会論文報告集(1970) 5. 今井功 : 等角写像とその応用 6. I. N. Sneddon : Fourier Transform

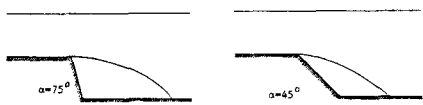


図9 はくり流線の様子

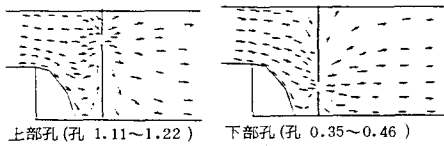


図10 孔を通過する流況
(流入口 0.78 流出口 1.57)

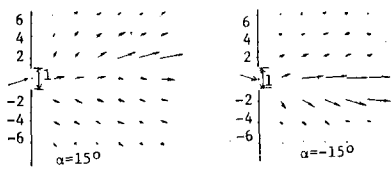


図11 Fourier変換により求めた流況