

24 表面曝気のフロー・パターン (I)

— 縦型式 —

東北工業大学 工学部 正員 ○ 大沼正郎

東北工業大学 工学部 正員 羽田守夫

1. はじめに

エアレーション・タンクの液の流動状態と攪拌効果とを関連づけようとする研究はいくつがある。これを分類してみると、液の平均的流動状態から検討するものと、流れの剪断流および乱流状態から検討するものとに分類される。前者については、フロー・パターン、吐出流量、とくに循環流量など攪拌・混合効果と関連づけ、最終的には混合モデルを作成する必要がある。

本稿では、その第1段階として、縦型表面攪拌方式のエアレーションとがこなう場合、エアレーション・タンクの液のフロー・パターンをトレーサー法より観測した結果を報告する。

2. 実験装置およびトレーサー法

エアレーション装置の概略は図・1に示した。攪拌羽根の枚数は2枚であり、水面において攪拌とがこなした。

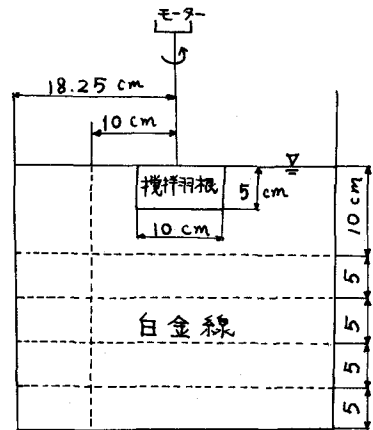
次の2種類のトレーサー法によりトレーサーの流跡を観測し、その結果から、流速を測定した。

a. ポリスチレン法: ポリスチレン粒子 ($\phi = 0.3 \text{ cm}$, 長さ 0.5 cm) をトレーサーとし、エアレーション・タンク内の液の比重をポリスチレンの比重 (1.045) と同じくするように食塩を調整し、ポリスチレン粒子の流跡をストロボ・フラッシュとカメラを使って水面下 15 cm のところにスリットをあて観測した。

b. 水素気泡法: 白金線 ($\phi = 0.01 \text{ cm}$) と陰極とし、水の電気分解により陰極に発生する水素気泡をトレーサーとして、直流電流をパルス状に送り、水素気泡の流跡をストロボ・フラッシュとカメラを使って追跡した。

3. 実験方法

攪拌羽根はエアレーション・タンクの水面でその内部の液を攪拌した。その回転数は50, 100, および150 rpmであった。流速は円周方向のもつおよび半径-鉛直方向のもつについて測定をした。流跡を追跡するのに使ったトレーサー法として、前者ではポリスチレン法および水素気泡法、後者では水素気泡法のみを使った。前者のポリスチレン法では、50~60個のポリスチレン粒子の流跡の10枚前後の写真から1枚の合成写真を作成した。また水素気泡法については、陰極として、白金線と水面下、10, 15, 20, および25 cm, のところに設置し、それぞれの流跡を観測した。後者では、攪拌羽根の中心線より10 cmの距離のところに白金線を設置し、トレーサーの流跡を観測した。



図・1 縦型表面攪拌装置

4. 実験結果

攪拌を怠りなうと、エアーレーション・タンクの液の流れは円周方向のものと半径-鉛直方向のものが発生し、前者を1次循環流、後者を2次循環流といわれる。

最初に1次循環流について検討した。攪拌羽根の回転数が50, 100および150rpmである場合、水素気泡の流路を観測すると、攪拌羽根の回転部とその外部では非常に異なっていた。回転部は非常に攪拌されて、水素気泡の流路は非常に乱れて観測することが不可能であった。一方、その外部においては、水素気泡の流路は観測しやすかった。図・2, 図・3および図・4には、回転数が50, 100, および150rpmである場合、水素気泡による流速分布をエアーレーション・タンクの水没と関連づけて示した。

一般的に渦量部における渦による流速は式・1および式・2で示されるといわれる。

$$r \geq a : v = \frac{\omega a^2}{r} \dots\dots\dots 1)$$

$$r \leq a : v = \omega a \dots\dots\dots 2)$$

但し、 r : 渦の中心からの距離

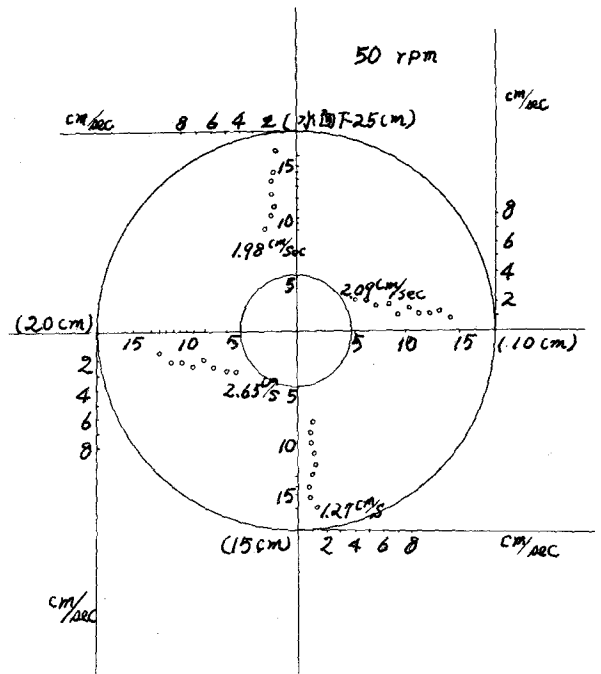
a : 渦の半径

ω : 角速度

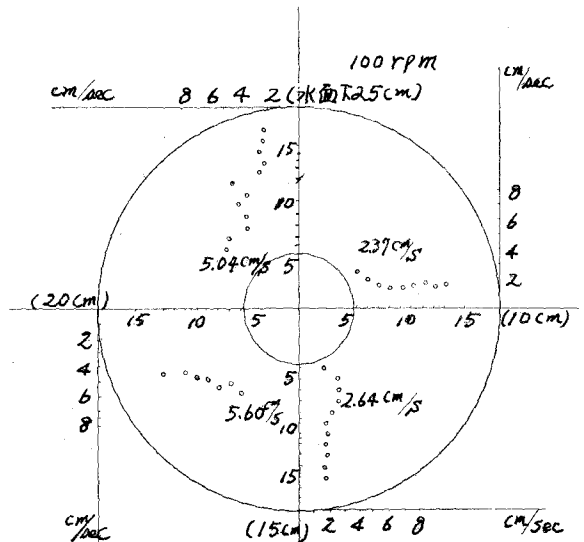
v : 流速

縦型表面攪拌式エアーレーション・タンクにおいて、攪拌機と渦発生機とを考えると、 a を攪拌羽根の半径と考えると、式・2の v を v_r (以後周速度という)とし、 v_r^* と ω_r の関係を図・5に示した。この結果から、その勾配は約0.1であり、回転部外部における流速は式・3で示されることがわかった。

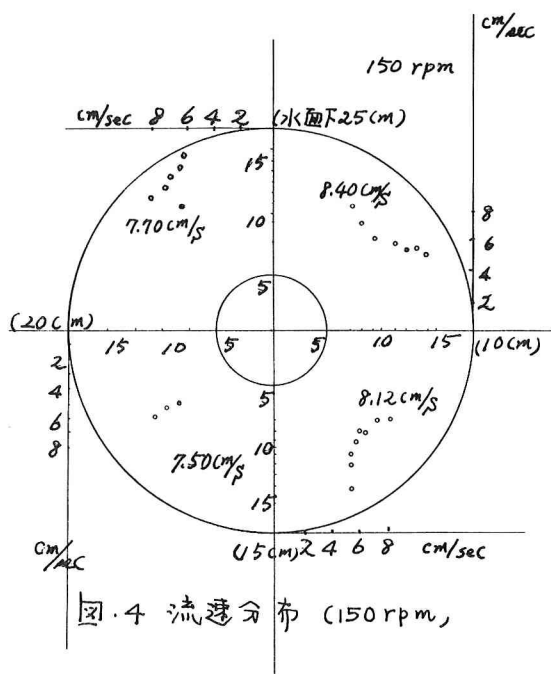
$$r \geq a \quad v_r^* = (0.1) \cdot (\omega_r) \dots\dots\dots 3)$$



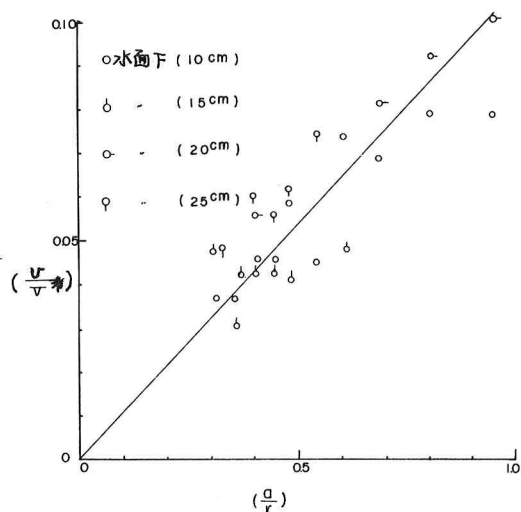
図・2 流速分布 (50 rpm)



図・3 流速分布 (100 rpm)



図・4 流速分布 (150 rpm,



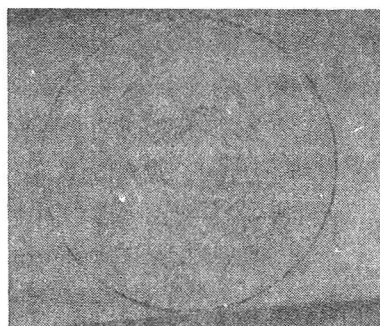
図・5 $\frac{v}{v^*}$ と $\frac{a}{r}$

攪拌羽根の回転数が 50 rpm の場合、ポリスチレンの流跡の観測例。合成写真と図・6 に示した。ポリスチレン液における流跡の観測は水深下 15 cm のところにスリットをあておいた。

図・6 の結果と上枚の図に示したものと図・7 に示した。この結果 定性的にはポリスチレンの流跡と水素気泡のものは同じであった。しかしながら、定量的には、ポリスチレン液による流速と水素気泡法によるものとでは異なっている。今後、前者の場合のストロボ、フラッシュの発光間隔および後者のパルス間隔の検定をおこなう必要があると考えられた。

また、二次循環流については、回転数が 150 rpm までの範囲では観測されなかった。

以上のことから、一次循環流と二次循環流を比較すると、前者が卓越していることがわかった。エアーレーション・タンクの流の攪拌を十分おこなうには、一次循環流のみならず



図・6 ポリスチレン流跡
(50 rpm)

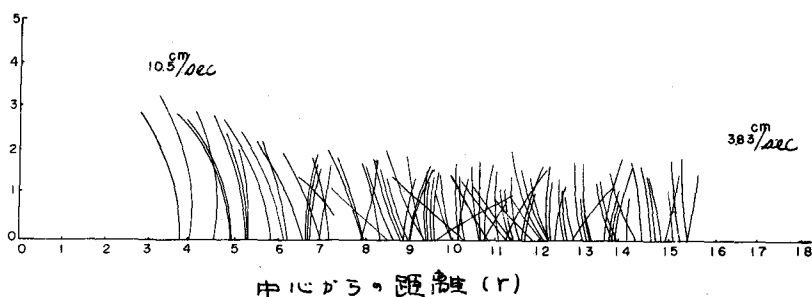


図 7 ポリスチレン流跡 (50 rpm)

十分な二次循環流が発生するようにしなければならぬと考えられた。

4. おわりに

エアレーション・タンクの液の流動状態と攪拌効果を関連づける研究の第1段階として、液型表面攪拌方式でエアレーションをおこなう場合、エアレーション・タンクの液のフロー・パターンとトレーサー法により観測した結果、次に示すような事実がわかった。

- 1) 攪拌機と漏れまね機とを比べ、回転部外部における流速は回転速度、攪拌羽根の半径、および攪拌羽根中心の距離の関数と考えられた。
- 2) エアレーション・タンクの液の攪拌と十分おこなうには、一次循環流のみならず十分な二次循環流が発生しなければならぬと考えられた。

謝辞

本研究とおこなうにあたり、種々の便宜とはっていただいた東北大学工学部教授坂本先生に感謝いたします。

参考文献

- 1) 田中実, 東北大学修士学位論文, (昭44年3月)