

2.5 表面曝気のフローパターン(2).

— よこ型式 —

東北工大 工学部 大沼正郎

東北工大 工学部 ○羽田奇夫

1. はじめに

よこ型式表面攪拌によるエアレーションタンク内の流れは、攪拌羽根の吐出、吸引作用により循環流を形成していることが一つの特徴であり、従ってこの循環流の特性を知る必要がある。本報では、この特性を主にトレーサー法により観察した上で、その結果を報告する。

2. 実験装置および方法

実験装置の幾何学的条件を、図-1および表-1に示す。表面攪拌は、直径10cmのケスナー型攪拌羽根を、水面から1および2.5cm水中に浸して回転させることにより行う。回転数は、50, 100, 150, 200, 250および300 rpmである。エアレーションタンクの幅は50cmであるが、流れと垂直方向の流速による影響をなくすために、槽内には5cm間隔に整流板を入れた。

フローパターンの観察は、水素気泡法および粒子追跡法による。水素気泡法およびポリスチレン粒子追跡法については、(1)の2型式に詳述したのでここでは省略する。水素気泡による流速の測定は、白金線を攪拌羽根側の側壁から、20, 30, 40, および50cm離れた所に設置して行なった。綿粒子の追跡法については、約20個位の綿の小片を槽内に投入し、ストロボを用いて粒子の流跡を写真撮影し、約1/5枚の写真から1枚の合成写真を作成して、槽内の流れの状態を観察した。

図-1 実験装置

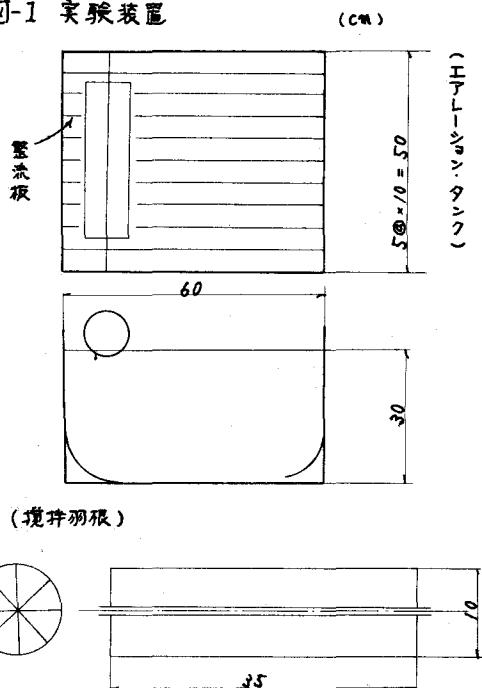


表-1. 攪拌羽根と実験条件

実験 NO.	タイプ	直径	浸水深	羽根枚数
1	プレート状	10 cm	1.0 cm	8
2	〃	10	2.5	8
(3)	くし状	10	2.5	8

3. 実験結果および考察

回転数を50 rpm、浸水深2.5 cmとした時の、水素気泡法による代表的観測例を図-2に、これ等から槽内流速を測定した結果を図-3に示す。

図-2. 水系気泡による観測例.
50rpm, $JD=2.5\text{cm}$.

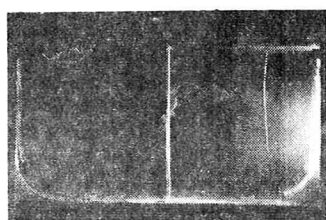
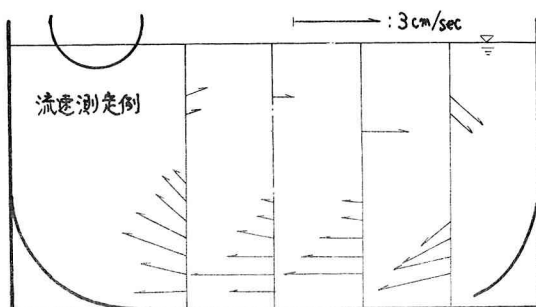


図-3.



同じ条件で、ポリスチレン粒子を用いた流跡の測定例を図-4に示す。また、浸水深 1cm および 2.5cm 、回転数を 50rpm から 300rpm まで増加した時の棉粒子による槽内の流跡測定例を図-5以下に示した。

エアレーションタンク内の流動状態を、粒子の流動経路で追跡してみると次のようなことが言える。エアレーションタンクの水面および底面付近では流速がはやく、しかも流跡はほぼ一定しているが、中央部では流速は比較的小さく、流跡も乱れている。一般に、攪拌羽根の直下の底の部分には羽根の吸引力が弱く、粒子が停滞する傾向がある。また、槽内には、攪拌羽根のねじ流の径路によって、停滞しやすい部分ができることもある。

一般的に、浸水深が 1cm の場合には、回転数を 50rpm から 300rpm まで増加しても槽内の循環領域は1つで、フローパターンに大きな変化は見られない。が、浸水深が 2.5cm に増えると、最初一つであった循環領域が、回転数の増加と共に大きく2つに分けられ、それぞれが循環する形となり、それが回転数 250rpm 付近に至ると、また元の1つの循環領域に戻る傾向のあることが認められた。これ

図-4. 流跡. 50rpm, 2.5cm

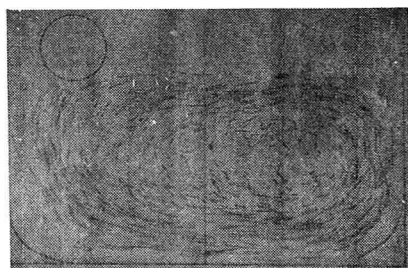


図-5. 流跡 100rpm, 2.5cm

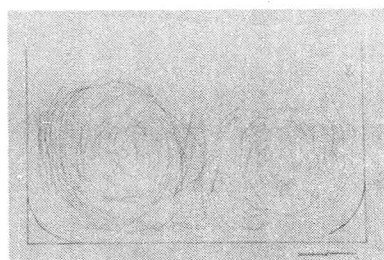


図-6. 150rpm, 2.5cm

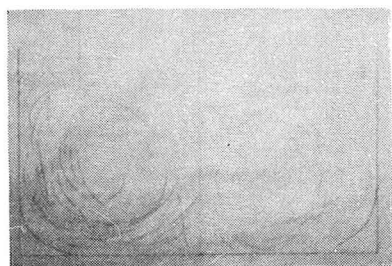


図-7. 200rpm, 2.5cm

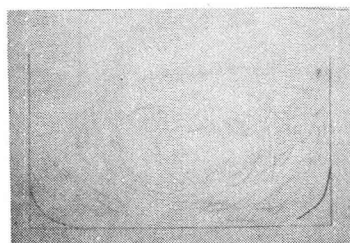


図-8

300rpm, 2.5cm



図-9

50rpm, 1cm



図-10

150rpm, 1cm

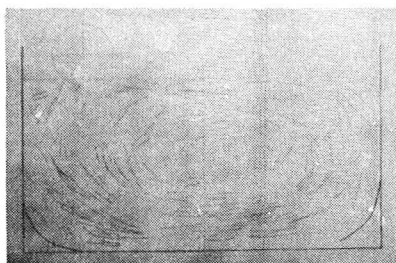
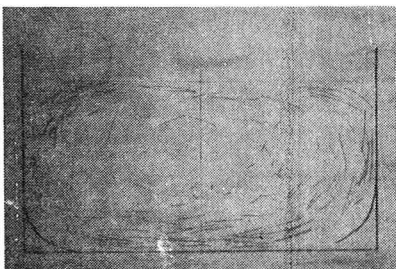


図-11

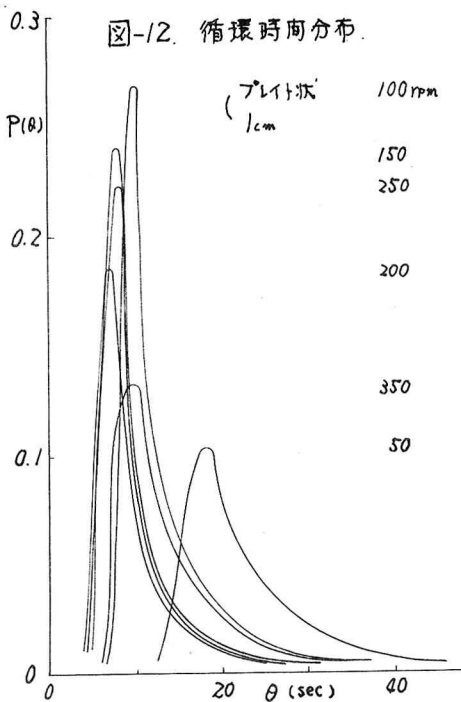
250rpm, 1cm



は、攪拌羽根に吸引されて吐き出される流れが、浸水深が1cmの場合には、回転数が増加しても水の自由表面付近の強い流れとなるのに過ぎないので、浸水深が2.5cmと増えると、回転数の増加と共に攪拌羽根に吸引上げられて自由表面と越えて落下水となり、この流れが支配的となり、槽内を二分するためと考えられた。また、回転数が250rpm付近で循環領域が元に戻るのは、これ以上回転数が増加すると攪拌羽根に吸引上げられた水が落下水となる量よりも飛散する量が増えて吐出流が弱まり、その結果、攪拌羽根の回転数が小さくなる吐出流が弱い場合の状態と同様な循環領域になっていくためであろう。即ち、エアーレーションタンク内のフローパターンは、よこ型攪拌の場合、攪拌羽根の吐出流に大きく影響されると言えるよう。

これと同じような現象は、槽内の循環流の特性を循環時間という形で測定した結果からも得られた。図-12は、浸水深が1cmの場合の循環時間分布を示し、縦軸は相対頻度を、横軸は循環時間を示している。循環時間は、その流動状態に固有の分布を持ち、また、この曲線のモード値は、槽内の循環流の強さを表すものと考えられるが、これには最大値が存在し回転数を増やしても、循環流は必ずしもそれに比例し

図-12. 循環時間分布



て強くは作用しないことが認められる。これは、回転数を増加してもフローパターンに大きな変化のない浸水深 1 cm の場合とあるが、循環領域が回転数と共に変化する浸水深 2.5 cm の場合にも同じ傾向が認められ、こゝでは、攪拌効果という面から興味を持たれる点がある。

なおこの点については、攪拌羽根の吐出流や槽内の同伴流と量的に関連付けて検討する必要がある。また、消費動力との関連も今後の課題としたい。

4. 結び

よこ型攪拌によるエアレーションタンク内のフローパターンを、主にトレーサー追跡法を用いて検討した結果、次のようなことが判った。

- 1). よこ型攪拌の場合、エアレーションタンク内のフローパターンは、攪拌羽根の吐出流とその吐出特性とに大きく左右される傾向がある。
- 2). 槽内のフローパターンは、ほぼ槽全体に行き渡る循環流と考えることができるが、攪拌羽根の浸水深が大きくなると、ある回転数の範囲内で循環領域が2つに分れる現象が観察された。
- 3). 攪拌羽根の回転数を増加しても、槽内の循環流は必ずしもそれに比例して強くはならず、乱流状態でも槽全体に循環流が十分に行き渡らずに、停滞部が生じ易い傾向も見られた。

謝辞

本研究を行うに当たり、種々の便宜をはかって頂いた東北大学工学部教授坂本龍雄先生に感謝致します。また、直接実験を行って頂いた本学職員並びに学生諸氏に感謝します。

参考文献

- 1). 松本、大沼、羽田；第8回下水道研究発表会講演集