

## 横型攪拌槽内液のフローパターン

その他（別言語等） のタイトル	Flow Patterns of Liquid in the Horizontal Stirred Vessel
著者	安藤 公二, 村守 俊昭, 及川 郁朗
雑誌名	室蘭工業大学研究報告. 理工編
巻	8
号	1
ページ	115-119
発行年	1973-10-15
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/3577">http://hdl.handle.net/10258/3577</a>

# 横型攪拌槽内液のフローパターン

安藤公二・村守俊昭・及川郁朗

## Flow Patterns of Liquid in the Horizontal Stirred Vessel

Koji Ando, Toshiaki Muramori and Ikuro Oikawa

### Abstract

The flow patterns of agitated liquid in the horizontal stirred vessel without baffles were measured by the photographic method.

It is found that the discharged-flow from the impeller circulates in the each vessel divided by the impeller and then returns to the impeller.

### I. 緒 言

横型攪拌槽の操作特性に関する研究は、Ganzらのガス吸収装置としての一連の研究以後についても、若干の報告<sup>1)~17)</sup>がある。しかし、その基礎となるフローパターンに関する研究について公報されたものは見あたらない。

本研究は、横型攪拌槽内液中のトレーサー粒子軌跡の写真撮影を行ない、槽内液のフローパターンに関する定性的知見を得た。

### II. 実験装置および実験方法

実験装置の概要を図-1に示した。攪拌槽は、筆者らの本装置に関する一連の研究<sup>10)~17)</sup>に用いた幾何学的に相似な槽の内、一番大型の槽と同じ寸法であり、透明アクリル製である。攪拌翼は、タービン型8枚羽根を用いた。装置の形状、寸法比も前報<sup>10)~17)</sup>と同様である。

トレーサー粒子の流跡の写真撮影法は、縦型攪拌槽について行なったSachsら<sup>18)</sup>、永田ら<sup>19)</sup>の方法に準じている。すなわち、装置を暗黒中で操作し、スリット光線で照射した断面を、その断面と直角方向より撮影した。槽内の撮影断面を、図-1に示したごとく、スリット光線の照射位置によって、a), b), c)として表示する。トレーサー粒子は、0.8~1.0 mm  $\phi$ に粉碎、篩分けした比重1.16のナフタリン粒を用い、槽内液に食塩を加えて、トレーサー粒子とほぼ比重を等しくした。粒子混入割合は、攪拌液1ℓに対して、0.25~0.3 gである。カメラのレンズ絞りは $F=1.8$ 、シャッタースピードは1/8 sec (羽根回転速度  $N < 100$  r.p.m.), 1/15 sec ( $N > 100$  r.p.m.)である。羽根回転速度  $N$  が300 r.p.m.以上になると、槽内に多量の気泡を生じ、光が気泡に散乱されて、本法では撮影不能であった。

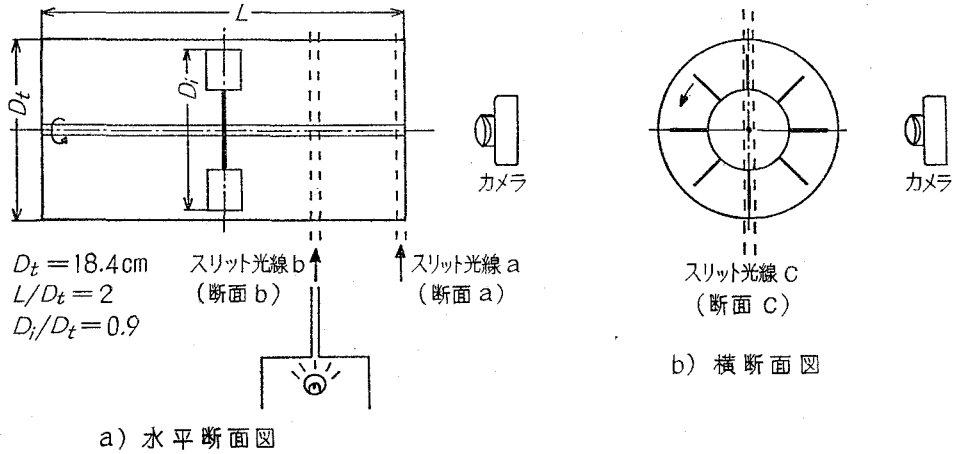


図-1 実験装置

### III. 実験結果

撮影した断面写真の代表例を、写真-1~7に示した。また、写真-1~3の右側にトレーサ流跡をモデル化して示した。流線の方向を矢印で示し、多くの点で示されている部分は、紙面に垂直な流線を表示している。

#### III.1 主循環流

比較的液量率の大きい場合の例として示した写真-1~3は、液量率、羽根回転速度共等しく、撮影断面のみが異なっている。これ等の写真から、主要な流線をたどると、図-2のa)にモデル的に示したように、攪拌羽根に戻る主循環流となる。図中、循環流(1)は、羽根の回転によって加速され、槽端に到達する。その場所は、写真-1のモデル図中(イ)の部分に示されている。その後、槽端壁面にそって移動し、攪拌軸に2分されて、槽底にて合流する。写真-1のモデル図中(ロ)に、その合流点が現われている。合流した流れは、その後、槽底部を攪拌翼方向に向う、写真-2, 3のモデル図中(ハ)の部分に、この様子が現われている。最後に、攪拌翼の中心部に入り、羽根によって加速されて、羽根先端部から再び循環を開始する。

液量率 $\epsilon$  (槽内液と槽容積の比) が小さくなるにしたがい、循環流(1)の上, 下の差が小さくなり、図-2の(b)に示したような、平面的な循環流(2)で表わされる。写真-4~6は液量率 $\epsilon =$

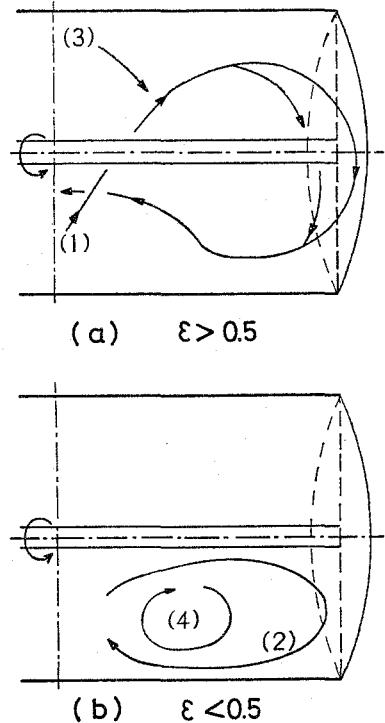
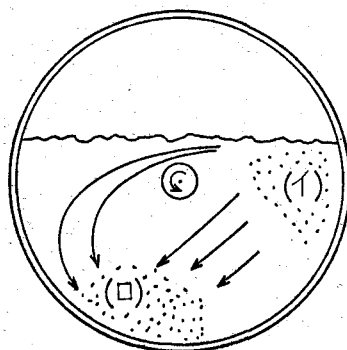
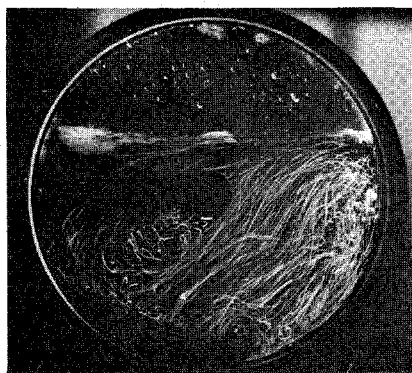
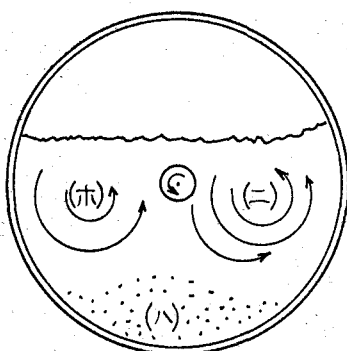
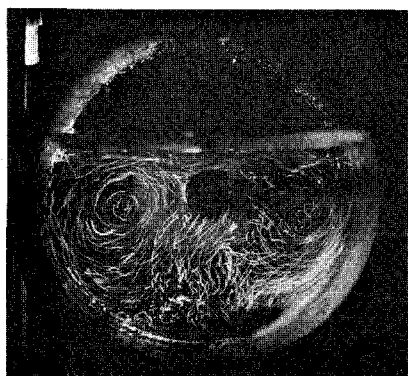


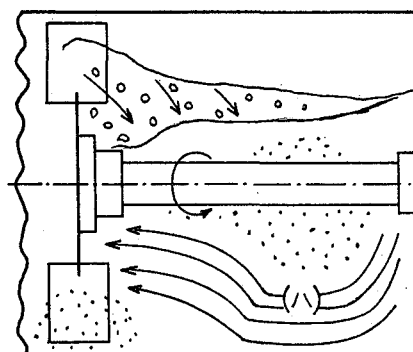
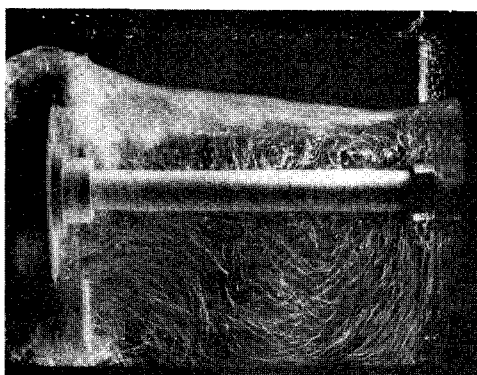
図-2 フローパタンの概要図



写真—1 断面 (a)  $N=80$  r.p.m.  $\epsilon=0.75$



写真—2 断面 (b)  $N=80$  r.p.m.  $\epsilon=0.75$



写真—3 断面 (c)  $N=80$  r.p.m.  $\epsilon=0.75$

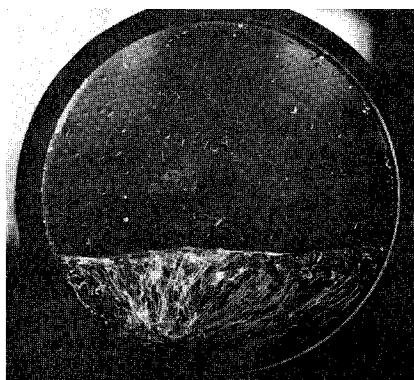


写真-4

断面 (a)  $N=100$  r.p.m.  $\epsilon=0.25$ 

写真-5

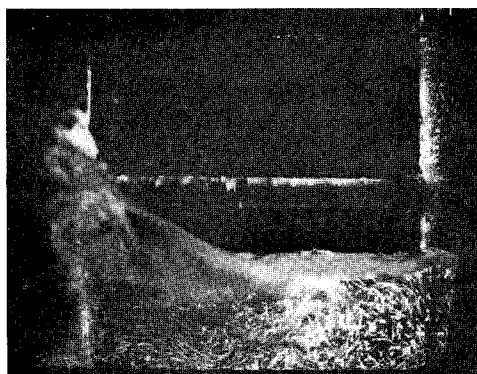
断面 (b)  $N=100$  r.p.m.  $\epsilon=0.25$ 

写真-6

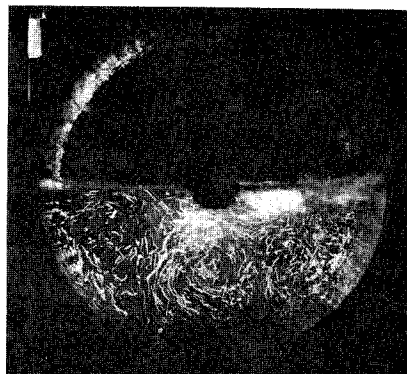
断面 (c)  $N=100$  r.p.m.  $\epsilon=0.25$ 

写真-7

断面 (b)  $N=100$  r.p.m.  $\epsilon=0.5$ 

0.25 の場合であり、循環流 (2) がよく現われている。すなわち、断面 (a) を示す写真-4 に於いては、槽端面の流れが、また断面 (b) を示す写真-5 に於いては、紙面に垂直の流れが現われている。 $\epsilon$  が 0.5 より小さい場合は、循環流 (2) のモデルでほぼ近似出来る。

### III.2 その他の流れ

以上、図-2 に示した循環流 (1), (2) がもっとも基本的な流れであるが、攪拌羽根の回転速度が大きくなるに従って、図-2 の (a) に流れ (3) として示したように、羽根に巻き上げられた液体が、速度を失って、循環流 (1) の槽端に向う流れと、攪拌翼に向う流れとに合流する。この翼と槽端との中間部は、特に流れの少ない部分であり、この部分には通常、主循環流に伴われて小さな渦が存在する。この渦は、写真-2 のモデル図中 (ニ), (ホ) に見られるように、液量率  $\epsilon$  が比較的大きい場合には普通 2 個存在する。渦の回転方向は、液量率、攪拌羽根の回転速度によって変化し、一定でない。液量率が小さくなると、写真-5, 7 にみられるように、ごく小さな渦が現われるのみである。ただし、液量率の小さい場合には、図-2 の (b) に流れ (4) で示したよう

に、主循環流(2)の中心部に、部分的な循環流れが一つ観察される。

槽内液の流れは、羽根回転速度が異なっても、本実験範囲 ( $N=50\sim 250$  r.p.m.) では、上述の結果とほぼ同様の挙動を示した。しかし、攪拌羽根回転速度が増大するにしたがい、図-2の(a)に示した流れ(3)の程度が大きくなり、液中の気泡量が増大し、槽内液のフローパターンは複雑さを増すと共に、写真の映像もわるくなる。本実験で撮影した写真の攪拌槽内液流動状態は、ガス吸収装置としての横型攪拌槽の効率の高い操作領域である  $A_1$  状態<sup>9)</sup> ではあるが、実用操作条件<sup>11),13)</sup> としては、フルード数が小さい領域である。図-2に(1), (2)として示したように、攪拌羽根によって加速された液が、攪拌羽根によって区分された左右の槽を、それぞれ一巡し、再び攪拌翼にもどって合流するといった基本的フローパターンが本研究によって明らかとなった。この流れの挙動が、攪拌羽根の回転速度が大きい領域に於いても保たれるものとすれば、著者らが先に示した横型攪拌槽内液の混合モデル<sup>10)</sup> を支持する結果を与えている。

#### IV. 結 論

横型攪拌槽内液中のトレーサー粒子軌跡の写真撮影を行ない、槽内液の流れの挙動について定性的な検討を行なった。その結果、図-2に(1), (2)として示したように、攪拌羽根によって加速された液が、攪拌羽根によって区分された左右の槽を、それぞれ一巡し、再び攪拌翼にもどって合流するといった基本的フローパターンが本研究によって明らかとなった。

(昭和48年5月19日受理)

#### 文 献

- 1) 村田芳治: 化学工学, **31**, 1194 (1967).
- 2) 美坂康有: 北海道大学学位論文 (1967).
- 3) 玉木康夫・高木外次: 化学工学協会東北大会講演要旨集, p. 18 (1966).
- 4) 玉木康夫・伊藤四郎: 化学工学協会第2回秋季大会講演要旨集, C 102 (1968).
- 5) 玉木康夫: 化学工学協会東北大会講演要旨集, p. 1 (1970).
- 6) 玉木康夫・原田英二・堀 利夫・伊藤四郎: 化学関係学会協会連合東北地方大会(化学工学部門)講演要旨集, 13 (1971).
- 7) 玉木康夫・伊藤四郎: 化学工学協会第37年会講演要旨集, G 104 (1972).
- 8) 玉木康夫・原田英二・小関公範・藤島雅嗣: 化学工学協会東北大会講演要旨集, B-26 (1972).
- 9) 安藤公二・原 弘・遠藤一夫: 化学工学, **35**, 466 (1971).
- 10) 安藤公二・原 弘・遠藤一夫: 化学工学, **35**, 806 (1971).
- 11) 安藤公二・原 弘・遠藤一夫: 化学工学, **35**, 1379 (1971).
- 12) 安藤公二・八柳正弘・内藤憲良・田保英明: 室工大研報(理工編), **7** (2), 483 (1971).
- 13) 安藤公二・田保英明・遠藤一夫: J. Chem. Eng. Japan, **5**, 193 (1972).
- 14) 安藤公二・遠藤一夫: 化学工学, **36**, 1151 (1972).
- 15) 安藤公二・武田 力・高森憲雄・村守俊昭: 室工大研報(理工編), **7** (3), 777 (1972).
- 16) 安藤公二・高畑賢一・園 優雄・松平幹雄: 室工大研報(理工編), **7** (3), 785 (1972).
- 17) 安藤公二・遠藤一夫: 化学工学, **37**, 527 (1973).
- 18) Sachs, J. P. and J. H. Rushton: Chem. Eng. Prog., **50**, 597 (1954).
- 19) 永田進治・山本一夫・橋本健治・成瀬雄二: 化学工学, **24**, 99 (1960).