

# (203) ガス吹込み攪拌と機械的攪拌の攪拌性能

大同特殊鋼 岡本徹夫 名古屋大学工学部・浅井滋生  
名古屋大学工学部 赫冀成 観 巖

1 緒言 従来、ガス吹込み攪拌槽内の攪拌性能を表わす尺度として混合時間が採用され、種々の精錬装置で均一混合時間が測定されてきた。ここでは、既報<sup>1)</sup>の理論解析結果をガス吹込み方法と吹込み位置を変えて検証する。なお、攪拌機による機械的攪拌とガス吹込み攪拌の間の関係について理論的に検討してガス吹込み攪拌槽内の混合特性の定量的な説明を試みる。

2 均一混合時間と流速 前報<sup>1)</sup>の理論解析では、ガス吹込み攪拌装置の均一混合時間 $\tau$ と流速 $v$ に反ばす投入エネルギー密度 $\epsilon$ と物性値( $\mu, \rho$ )の効果は流れのパターンによ、次のように分類できることを示した。(I)粘性支配域で $\propto (\mu/\epsilon)^{1/2}$  ..... (1),  $v \propto (\epsilon/\mu)^{1/2}$  ..... (2) (II)慣性支配,  $v$ は乱流粘性支配で $\propto (\rho/\epsilon)^{1/3} L^{\gamma} L^{(1/3-\gamma)}$  ..... (3),  $v \propto (\epsilon/\rho)^{1/3} L^{\gamma} L^{(1/3-\gamma)}$  ..... (4) この理論結果は、円筒形装置で、ガスを底の中央より吹き込む模型実験<sup>2)</sup>では立証したが、より一般的な吹込みの場合に、この理論結果が立証できるか否かわからない。そこで、ランスを採用してガスを吹込み、吹込み高をおよび吹込み半径位置を変えて実験を行った。実験結果を図1と図2に示す。ランス浸漬深さの増加に伴って、(I)の領域では $\tau$ は変化はなすが、(II)の領域では $\tau$ は長くなる。したがって、(II)の領域の増大がみられる。吹込み位置を中心から周壁側へ移すと、 $\tau$ は(I), (II)の領域とも、減少する方向に移行する現象がみられた。本実験では、大幅なガス攪拌操作の変更にもかわらず、先の理論解析で示した(I)から(II)への遷移状況が各操作とも明瞭にみられることから、この遷移挙動はガス吹込み攪拌槽に共通する混合特性と考えられる。なお、従来発表された $\tau$ と $\epsilon$ の関係式には、幾何学的に相似でない装置における実験結果を一括して、一つの関係式で表現しているものがあるが、図1, 2からわかるように、また理論的にもいえるが、幾何学的に相似でない装置で得た結果を一つの関係式で表わし得るという保証はない。

3 機械的攪拌とガス攪拌の関係 機械的攪拌の所要動力 $P$ と攪拌羽根の回転数 $n$ の関係式は次式で与えられる<sup>3)</sup>。(I)層流域  $N_p \propto Re^{-1}$  ..... (5), (II)乱流域  $N_p = const$  ..... (6), ここで、 $N_p \equiv P/\rho n^3 d^5$  : 動力数,  $Re \equiv d^2 n \rho / \mu$  : レイルス数である。機械的攪拌の場合、代表速度 $v$ と投入エネルギー密度の関係は以下のように表わすことができる。 $v \propto n d$  ..... (7),  $\epsilon \propto P/d^3$  ..... (8)。 (7), (8)式を(5), (6)式に代入して整理すると次式が得られる。(I)層流域  $v \propto (d^2 \epsilon / \mu)^{1/2}$  ..... (9), (II)乱流域  $v \propto (d \epsilon / \rho)^{1/3}$  ..... (10)。 (9), (10)式は、ガス吹込み攪拌ですでに誘導した(2)式および(4)式( $\gamma = 1/3$ の場合)と同形である。従来、機械的攪拌槽とガス吹込み攪拌槽では、攪拌性能の整理の仕方が異なっていたが、流速と投入エネルギー密度の関係に基づいて整理する限り、両者は同様に取扱えるものと考えられる。

(記号)  $d$ : 攪拌羽根の径,  $L$ : 装置の代表長さ,  $l$ : 混合距離,  $\mu$ : 粘度,  $\rho$ : 密度。

(文献) 1) 浅井, 岡本, 観: 鉄と鋼, 66(1980)11, 5021, 2) 永田: 新化学工学講座 四-2, 攪拌機の所要動力 [日刊工業新聞社] (1961)。

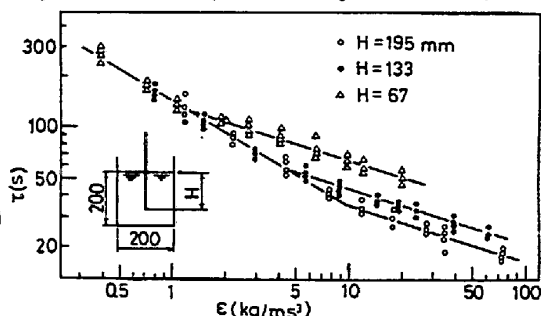


図1  $\tau$ と $\epsilon$ の関係に反ばすランス高さの効果

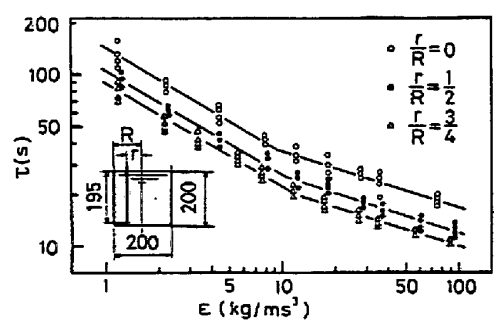


図2  $\tau$ と $\epsilon$ の関係に反ばすランス半径位置の効果