

振動電磁場を印加された導電性流体における気泡と絶縁性粒子の衝突

Collision between Bubble and Insulating Particle in Conductive Fluid under Oscillating Electromagnetic Field

北大工 °丸山 明日香, 岩井 一彦

Hokkaido Univ., °Asuka Maruyama, Kazuhiko Iwai

E-mail: as-maru@eng.hokudai.ac.jp

導電性流体中の第 2 相の衝突・凝集現象の解明は、学術的には電磁流体力学分野において未解明な部分の多い混相流の研究の発展に寄与するとともに、工業的には各種金属製錬プロセスへの適用、複合材料や傾斜機能材料など新規材料の開発・製造への貢献が期待される。例えば、鉄鋼製造における溶鋼中の Al_2O_3 粒子は製品欠陥の原因であり溶鋼との密度差により浮上分離されているものの、粒子の浮上速度は直径の 2 乗に比例するためミクロンオーダーの粒子は分離が困難である。そのため、粒子同士の衝突・凝集による肥大化や、粒子の気泡への付着等の方法が検討されている。振動電磁場の印加により粒子間および粒子-気泡間の衝突頻度は増加する可能性があるため、著者らは振動電磁場を印加された導電性流体中の第 2 相の挙動を解析した¹⁾。Fig. 1 に溶鋼中における、Ar 気泡と Al_2O_3 粒子の最大速度 u_{\max} と電磁気力の周波数 f による変化を示す。用いた物性値は Table 1 にまとめた。第 2 相の挙動は臨界周波数 f^* を境に流体摩擦支配領域と慣性支配領域に分類でき、気泡では $f_b^*=4\text{Hz}$ 、粒子では $f_p^*=206\text{Hz}$ である。商用電源周波数 ($f=50\text{Hz}$) では、気泡挙動は慣性支配領域にあるのに対し、粒子挙動は流体摩擦支配領域にあるため、粒子-気泡間の衝突機構は粒子間の衝突機構とは異なる可能性がある。本研究では、振動電磁場の印加下における粒子間および粒子-気泡間の衝突頻度を比較した。

前報¹⁾と同様の解析系を用い、水平方向に周期的な電磁気力を受ける第 2 相挙動を理論的に解析し、直径の異なる 2 個の粒子間の衝突、および、粒子-気泡間の衝突に対して衝突頻度関数 β を求めた。 β が大きいほど衝突頻度は高い。 $f=50\text{Hz}$ における粒子間の衝突では、振動電磁場を印加しない場合に比べて β が 2 倍程度大きくなる条件が存在した。ところが、同じ条件でも粒子-気泡間の β は振動電磁場を印加しない場合とほとんど変わらなかった。これは、気泡と粒子の大きな浮上速度差が原因であると考えられる。

参考文献

- 丸山明日香, 岩井一彦: 第 60 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 27p-B5-9.
- 熱物性ハンドブック, 日本熱物性学会, 養賢堂, 東京, (1990).
- 金属データブック, 日本金属学会, 丸善, 東京, (1974).

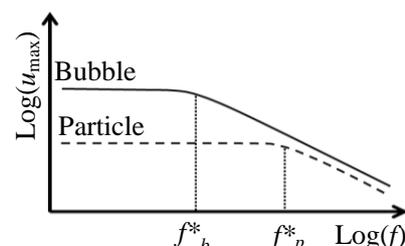


Fig. 1 Horizontal maximum velocities of bubble and particle as a function of frequency of oscillating electromagnetic force

Table 1. Physical properties used in this analysis^{2,3)}

	Density (kg m^{-3})	Viscosity (mPa s^{-1})
Al_2O_3	3880	/
Ar	0.25 (at 0.1MPa)	
Fe	6958	