

M18

振動付加による気泡特性制御に関する研究

(九工大) ○三村優佳・(正)馬渡佳秀*・(正)山村方人・(正)鹿毛浩之

1. 緒言

流動層とは、粒子を充填した層の底部から分散板を通してガスを供給し、粒子群全体を浮遊させ取り扱う粉体ハンドリング装置である。一般に粒子層が気泡流動化状態にあるとき、層内を上昇する気泡によって粒子とガスが激しく接触・混合するため、気泡を伴う流動化状態では固気接触効率や粒子混合、熱・物質移動特性は気泡特性の影響を受ける。そこで気泡特性を制御出来れば、より効果的な固気接触特性を有する流動層の開発が可能であると考えられる。既存の研究例では、振動の付加により気泡のサイズが変化することが知られているが、そのメカニズムについては不明な点が多い。そこで本研究では、鉛直振動を付加することで気泡特性に及ぼす影響を明らかにし、振動の付加で気泡特性をどの程度制御可能であるかを実験的に検討することを目的とする。

2. 実験方法

流動層本体は、アクリル樹脂製で高さ 0.40m、幅 0.15m、奥行き 0.01m の二次元流動層で行った。層内には平均粒径 $60\mu\text{m}$ 、粒子密度 2500kg/m^3 の球形ガラスビーズを充填した。マスフローコントローラーによって流動化ガス（窒素ガス）の流量を調節し、ステンレス鋼製焼結板を通して粒子層に供給した。本研究では流動層に鉛直振動（振動周波数 40Hz）を付加した。関数発生器で振動数と振動加速度比を決定した後、増幅器を通し振動器から流動層へ振動を付加した。振幅は 0mm から 0.5mm まで 0.05mm ずつ増加させ、振幅が 0.5mm に達した後、振幅増加時と同様の操作を行い、0mm まで振幅を減少させた。また、1秒間に 30 コマの画像を撮影出来るデジタルビデオカメラで気泡流動化状態の粒子層を 1 分間撮影した。3 秒おきに連続した 2 コマの画像を取り出し、画像解析ソフト Image-Pro を用いて気泡解析を行い、気泡径 D_b と気泡移動速度 u_b を求めた。ここで D_b は面積相当径を、 u_b は連続する 2 コマの同一気泡の重心位置の移動速度とした。

3. 結果と考察

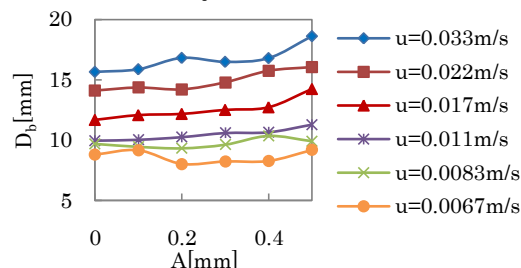
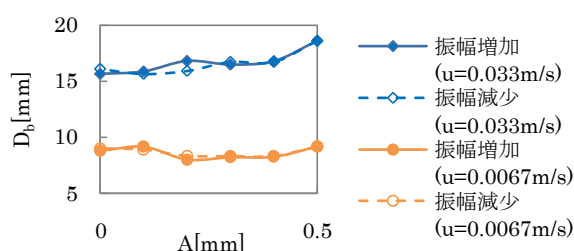
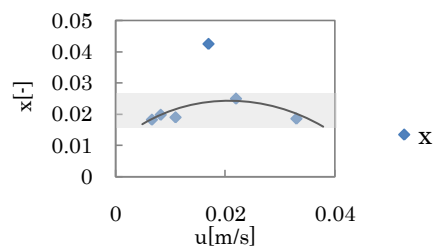
Fig.1 に振幅を連続増加(0~0.5mm)させたときの A と D_b の関係を示した。比較的高いガス流速のとき D_b は振幅の増加に伴い増大していることがわかる。一方で比較的低いガス流速では、振幅を増加させると一度無振動時の D_b よりもわずかに減少した後、増大するという結果となった。振動の付加によって気泡径が減少するのは低いガス流速のときであることがわかった。

以上の結果から、層に付与するガス流速の大きさと振動条件により気泡サイズの制御が可能であることがわかった。

Fig.2 に異なるガス流速時において、振幅を $A=0\sim0.5\text{mm}$ の範囲で増減させたときの D_b の変化を示した。振幅増加時と振幅減少時では同一振幅でも D_b の値がわずかに異なった。振幅を $A=0\sim0.5\text{mm}$ の間で連続的に増減させた場合における振幅増加時の D_b を基準とし、その平均相対誤差 x を次式から求めた。

$$x = \frac{1}{n} \sum_{A=0}^{0.5} \left\{ \frac{|D_{bi} - D_{bd}|}{D_{bi}} \right\}_A \quad (1)$$

ここで D_{bi} は各振幅時における振幅増加時の気泡径、 D_{bd} は振幅減少時の気泡径を表す。Fig.3 に u と x の関係を示した。この結果から振幅を $A=0\sim0.5\text{mm}$ の範囲で増減させた場合、一定の範囲内で D_b を制御可能であることがわかった。

Fig.1 Relationship between A and D_b Fig.2 Relationship between A and D_b Fig.3 Relationship between u and x

4. 結言

層に付与するガス流速の大きさと振動条件により気泡サイズの制御が可能であることがわかった。

*Tel.093-884-3385 Fax. 093-884-3300

mawat@che.kyutech.ac.jp