Effect of Lignin Content on Direct Liquefaction of Bark

Tomoaki Minowa, Tomoko Ogi, Yutaka Dote
and Shin-ya Yokoyama

National Institute for Resources and Environment, Tsukuba 305

Key Words : Biomass, Bark, Lignin, Liquid Fuel, Direct Liquefaction, Steam Explosion

The effect of lignin content on the direct liquefaction of bark was examined. Six kinds of barks having different lignin content were liquefied by a steam explosion method and an autoclave method. With increasing lignin content, the oil yield decreased and the char yield increased. The oil yield by the steam explosion method was higher than that by the autoclave method and the char yield by the former was lower than that by the latter. Although lignin leads to the formation of char by condensation or repolymerization, the steam explosion would retard the reaction.

奥行きを粒子一層とした気固系流動層の気泡流動特性[†]

幡野博之*・楊 榮華・石田 愈

東京工業大学 資源化学研究所^{††}

緒言

気固系流動層の流動特性は系が不透明であることから、著者らを含め一般に、新しい原理に基づいたプローブを開発したり、2次元流動層を用いて検討されてきた¹⁾。しかし、プローブでは局所の情報しか得られず、また、2次元流動層では壁付近の粒子により気泡や着目粒子の動きが隠されて完全に追跡することは難しかった。そのため、気泡や粒子の動きを完全に追跡できる粒子一層の奥行きを有する2次元流動層³⁾を開発した。

本研究では本装置内の気泡径や気泡上昇速度をビデオシステム³⁾で詳細に測定し、通常の奥行きを有する2次元流動層で測定した気泡上昇速度や、これまで2次元や3次元流動層に適用されてきた気泡径推算式と比較した。

1. 実験装置および方法

1.1 実験装置

本研究で使用した実験装置の概略を Fig. 1 に示す。装

置本体は2枚の厚さ5mmのガラス板で高さ600mm、幅200mmである。スペーサは幅5mm、厚さ1.0mmの軟質塩化ビニール製であるが、ガラス板でスペーサをはさむ際に微妙な隙間が生じるため、流動化領域の奥行きは1.2mmである。また、高さとは幅はそれぞれ600mmと180mmである。分散板として、孔径0.7mmの孔をピッチ5mmで35個直線上に並べた多孔板を用い、直径1mmの鉄粒子を50mmの高さまで積み重ねて空気が均一に流れるようにしている。ブローアからの空気は粒子の帯電を防ぐため加湿器を通し、分散板下部の風箱に供給している。本研究で使用したビデオシステムの詳細については別報にゆずる³⁾。

1.2 使用粒子と実験条件

実験に使用した粒子は平均径が1.0mmのガラスビーズである。粒子径分布は単峰性でその幅は非常に狭い。粒子密度は $2.53 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、実測した最小流動化速度 U_{mf} は0.98m/sである。静止層高は0.20, 0.25, 0.30m、ガス流速は U_{mf} の1.25, 1.38, 1.64, 1.81倍の4種類で検討した。

[†] 1991年3月27日受理；化学工学会第23回秋季大会（金沢，1990年10月）にて一部発表

^{††} 〒227 横浜市緑区長津田4259

* 資源環境技術総合研究所

Fig. 1 Outline of experimental apparatus

2. 実験結果と考察

Fig. 2 にガス流速を変えた時の流動層内の様子を示す。(a) は $U_0 = 1.23 \text{ m/s}$ の時の例で、本装置においても、スフェリカルキャップに近い形状の気泡が観察される。(b) は $U_0 = 1.35 \text{ m/s}$ とガス流速を増した時の例で、(a) と較べると気泡が大きくなっている。(c) は $U_0 = 1.61 \text{ m/s}$ までガス流速を増した時の例で、(b) よりも気泡の成長が著しく、非常に大きな気泡が現われる。気泡間の干渉が大きくなるため不規則な形状の気泡が増えている。3次元流動層においても同様な気泡形状が観察されている¹⁾。(d) は U_0 を 1.78 m/s とした時の例で、気泡会合が非常に激しく生じ、空隙が連続相に近くなっている。

Fig. 3 にガス流速、分散板からの高さで気泡径との関係を示す。図中、白抜き記号は平均値を表している。実線は傾き 1 で平均値と良く一致している。また、一点鎖線は標準偏差の幅を表している。一方、3次元装置で求められた気泡径推算式 Eq. (1)²⁾

$$D_B = 1.1(U_0 - U_{mf})^{0.6} L_d^{0.6} D^{0.1} / K_B^{0.6} g^{0.3} \quad (1)$$

に後の実験結果から得る $K_B = 0.44$ を使用すると図中の実線となる。ガス流速が遅い場合や分散板からの高さが低い場合には実測された気泡径のばらつきは比較的小さい。しかし、ガス流速が大きい場合や層上部では、会合しない気泡や分裂する気泡が増えるため、小さな気泡が多く見られる。そのため、平均値も小さくなり、データのばらつきも増す。このような小さな気泡を除けば、奥行きが粒子一層という極度に薄い流動層ではあるが、気泡成長は Eq. (1) で推算でき、ガス流速、分散板からの高さの影響は 3次元装置と変わらないといえる。

Fig. 4 に本装置で測定された気泡径と気泡上昇速度と

Fig. 2 Typical photographs of bubble rising in single-layer fluidized bed. (a) $U_0 = 1.23 \text{ m/s}$, (b) $U_0 = 1.35 \text{ m/s}$, (c) $U_0 = 1.61 \text{ m/s}$, and (d) $U_0 = 1.78 \text{ m/s}$

Fig. 3 Comparison of observed bubble diameter with those calculated

Fig. 4 Relation between D_B and U_B . (●, ▲: data for 0.40 mm diameter glass beads in 10 mm width 2-dimensional bed)

の関係を示す。気泡アスペクト比（気泡高さ / 気泡径）が 1 以下で気泡間の干渉が少ない独立気泡と、会合途中でアスペクト比が 1 より大きくなっている干渉気泡に分け¹⁾、前者を○で、後者を△で表している。また、気泡アスペクト比は多少大きくなっているが、奥行きが 10

mm の 2 次元流動層で平均径が 0.40 mm のガラスビーズを流動化した際に求めたデータを同図上に黒抜きの記号で示す。この場合の K_B は 0.50 と求められた。このように奥行きが一層の流動層では、独立気泡、干渉気泡ともに気泡上昇速度は 2 次元流動層と同程度といえる。特に独立気泡に対する K_B は 0.44 と求められる。3 次元流動層でも同様な独立気泡と干渉気泡との関係はみられ¹⁾、独立気泡に対しては 0.71、干渉気泡に対しては最大で 2 ～ 2.5 程度の大きな K_B が得られている。

Nomenclature

D = bed width or bed diameter	[m]
D_B = bubble diameter	[m]

g = gravitational acceleration	[m/s ²]
$K_B = U_B / (g \cdot D_B)^{1/2}$	[-]
L_d = height from gas distributor	[m]
L_{mf} = bed height at U_{mf}	[m]
U_o = superficial gas velocity	[m/s]
U_B = bubble rise velocity	[m/s]
U_{mf} = gas velocity at minimum fluidization	[m/s]

Literature cited

- 1) Hatano, H., IAH Khattab, K. Nakamura and M. Ishida: *J. Chem. Eng. Japan.*, **19**, 425 (1986)
- 2) Hiramata, T., M. Ishida and T. Shirai: *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, **1**, 272 (1975)
- 3) Ichikawa, Y., H. Hatano, C. Kuroda and M. Ishida: *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, **17**, 1062 (1991)

Flow Characteristics of Bubbles in a Single-Layer Gas-Solid Fluidized Bed

Hiroyuki Hatano*, Ronghua Yang and Masaru Ishida

Research Laboratory of Resources Utilization, Tokyo Inst. of Tech., Yokohama 227

Key Words : Fluidization, Single-Layer Particle System, Visualization, Gas-Solid System, Bubble Behavior

A single-layer gas-solid fluidized bed is developed by setting two glass plates vertically with a spacing space of which is slightly greater than the diameter of the particles. The behavior of gas bubbles is observed in detail by introducing high shutter-speed video cameras with 1/2000 s exposure time and an image analyzer.

It is found that the rising velocity of bubbles in the single-layer fluidized bed is almost the same as that in the ordinary two-dimensional fluidized bed. The effect of gas velocity and height from the distributor on bubble growth is almost the same as in the three-dimensional fluidized bed despite its extremely small bed width.

* National Institute for Resources and Environment