

三相系気泡の挙動について

酒 井 信 之

On the behavior of the three phase bubbles

Nobuyuki SAKAI

The present investigation was carried out to find the characteristic property of three phase bubbles by experimental works.

The density, the movement behavior in the liquid and the coefficient of resistance were cleared out. On this works corrected heretofore theories.

I 緒 言

気泡に粒子の附着したる状態即ち固気液三相系気泡は浮選法などにおいて見られるものであるがこれについての研究は殆んどなされていないように思われる。浮選槽その他固体粒子と気泡の接着のある装置の設計々算においての本質的重要性を有するものである。

本報は実験的に三相系気泡の特性を調べその一端を解明せんとするものである。

II 装置および実験方法

試験管に固体粉末と水および浮選試薬即ち起泡剤、捕収剤を加え振盪により三相系気泡をつくる。この中適宜のもの1個を摘出ピペットで取り出し図-1 aの管(内径6 [cm], 長さ100 [cm]) 中にいれる。気泡は浮力で液中を上昇するが、規定線 s, s'間を通過する時間を測定して上昇速度を出した。管頂部に浮上した気泡は顕微鏡でその大きさが測定され、予め用意された b の秤量管に大きさの区分によつて分別納入される。b の管は硝子濾過板を有し数十個の気泡が集められるとき、脱水乾燥秤量されて1個の平均附着粒子量を出す。

附着粒子は乾燥物をとつて顕微鏡で測つた。

実験にて用いた固体粒子は硫黄、石炭、閃亜鉛鉱および方鉛鉱で100~325 [mesh] まで数段に区分した。なお粒子は気泡面上均一に密に附着せるものを採取した。

III 実験結果

1, 三相系気泡の密度

従来文献によれば三相系気泡の密度算出の考え方としては気泡の表面に粒子径に相当する固体殻を想定して密度を出している。これは全く不合理であり実際的にどの程度であるかを知る必要がある。

今気体の密度を無視し前記の方法で気泡の重さを測り平均密度を出すとき図-2のとき線図が得られた。

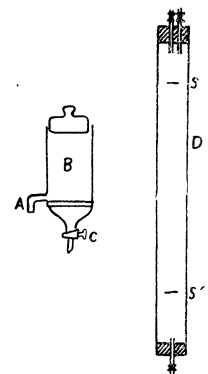


図-1

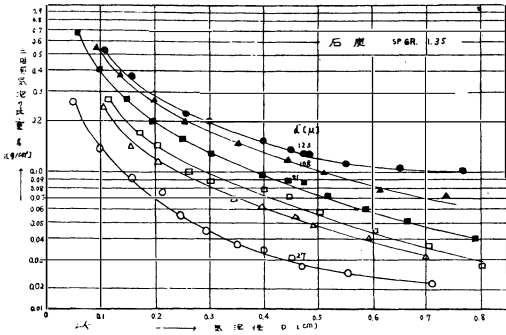


図-2 a

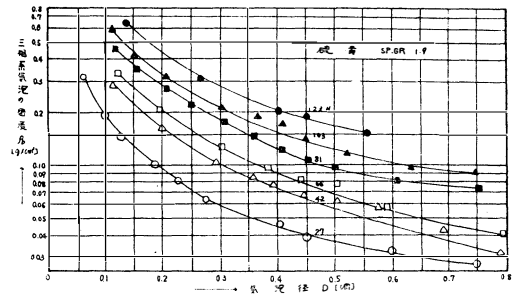


図-2 d

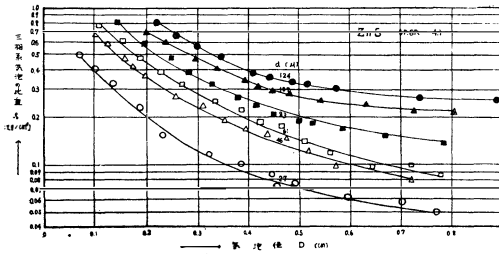


図-2 c

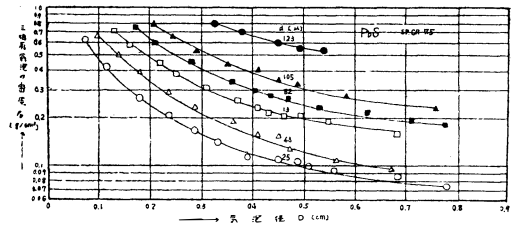


図-2 b

一般に三相系気泡は粒子径の大なるとき、粒子密度の大なるときおよび気泡径の小なるときに密度が大きくなり1に近づき上昇速度が減少する。

粒子径の大小の混在する場合微細粒子程接着し易い傾向が見られた。

実験結果を整理し、実験式と理論的解析による理論式を誘導したがこれについては次報にのべることにする。

ロ. 三相系気泡の液中上昇速度

気液二相系の気泡の運動状態即ち上昇運動については従来極めて多くの人々によつて追求されもとめられている。ここでは三相系気泡の運動を水中における上昇運動状態より調べてみることにする。

図-3は三相系気泡の上昇速度で固体粒子の種類大きさ、および気泡径の関係を表す。なお比

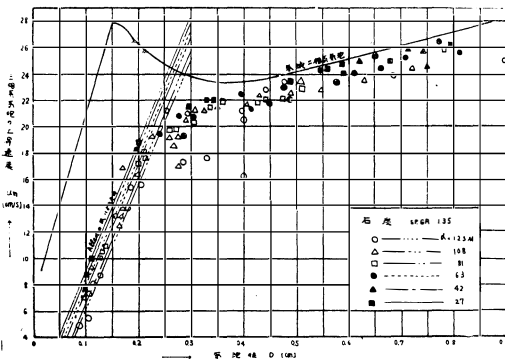


図-3 a

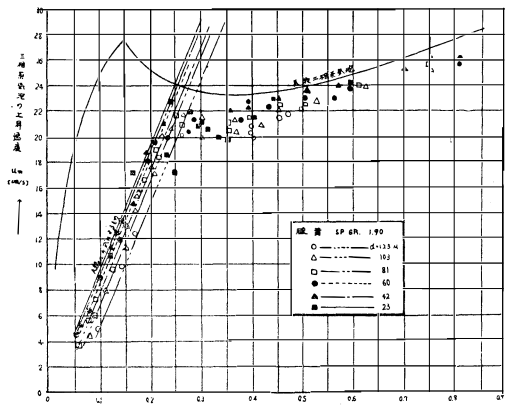


図-3 b

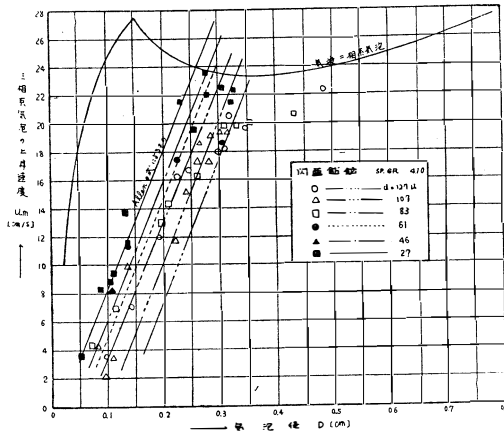


図-3 c

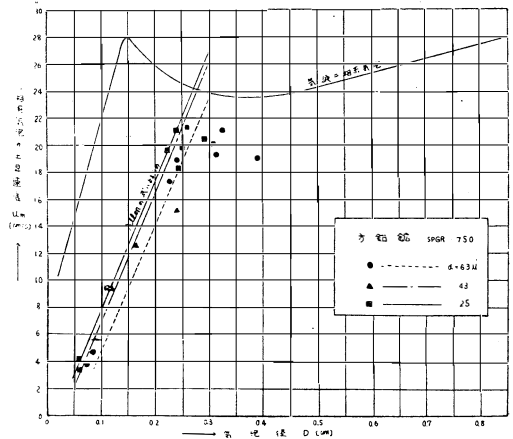


図-3 d

較の為二相系気泡の上昇速度曲線と Allen の速度式による直線を併記した。これらによつて三相系気泡は二相系と可成り異なる様相を示し更に Allen の式による 偏倚と図示しなかつたが Newton の式に合致しないことが見られた。

運動状態は粒子の密度および大きさによつて異なるが石炭および硫黄などの比較的密度の小なる場合次のごとき運動状態が観察された。

D < 0.25 気泡は鉛直方向に真直ぐに上昇し速度は径と共に増す。二相系と比較して上昇速度が小である。

0.5 > D > 0.25, 気泡が変形をうけ螺旋状となり振動を伴う。二相系のごとき速度の最大値は認められない。速度の増加率は次第に減少する。

ハ. 三相系気泡の抵抗係数

運動を表す式として従来より所謂 Stokes, Allen および Newton の式が夫々求められている。いま運動方程式における抵抗係数をもとめておけば式の使用面として極めて普遍性となる。抵抗係数は衆知のごとく運動基本式より次のごとくに定義される。

$$C = \frac{4Dg(\rho_B - \rho_L)}{3u^2\rho_L}$$

この抵抗係数 C を Re 数について線図化したものが図-4 である。比較のため球形粒子 (Φ = 1) および立方体粒子 (Φ = 0.806) を併記した。三相系粒子は Re 数の小の間は Φ = 1 に相当する。Re 数の増大と共に Φ = 0.806 の線に移行する。

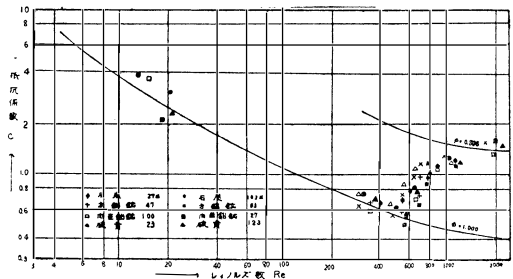


図-4

IV 結 論

従来不明であつた 三相系気泡に対する密度を測定し、 それに関する諸因子を定めついで運動状態をのべ更に抵抗係数を調べて実用の便とすることが出来た。

使用記号

- D, d : 気泡および固体粒子の大きさ。
- ρ_B, ρ_L, ρ_S : 三相系気泡, 液体および固体粒子の密度
- u : 三相系気泡の水中上昇速度
- c : 抵抗係数
- g : 重力の加速度