

# 液中における粒子の流動化現象 (I)

酒 井 信 之

The Fluidization of Solid particles in the Liquid.

Nobuyuki SAKAI

Continuing the former report, investigated the phenomenon on the fluidization of solid particle in the liquid.

The pressure drop, the gas hold up, the ratio of fluidized partices and the porosity of layer were cleared up. Experimental equation were also made.

## I. 結 言

さきに筆者は液中における固体粒子の流動化現象についてのべたが<sup>\*</sup>本報はその後詳細なる研究を行つた結果その続報とも云うべきものである。

## II. 装置および実験方法

実験装置並びに方法は前報と全く同じである故省略する。

## III. 実 験 結 果

### イ. 空気導入部の機構による流動化特性

流動化管中にいれた固体粒子はガス速度の増大により静止層より粒子が跳び出してゆき遂に全固体粒の流動化が見られるに至る。然しながら導入部の機構によりガス速度を増加しても常に一部の残留がある場合と流動化ガス速度に大小があることが考えられる。こゝでは四種の空気導入部により流動化特性を調べたが、これは図-1によつて示される。Aは管中にノズルを挿入したものBは円錐吹込部CはB型のものに金網を取付けたものDは多孔質濾過板を設けたものでガス速度と流動化率 $\gamma$ の関係を調べるときAは常に残留粒子の存在を示した完全流動化するに必要なガス速度はB, C, Dの順に小となる。これによりD型の機構が最も適することが判明した。なおB型において圧力損失が極めて大きく閉塞現象がみられた。

### ロ. 管の圧力損失(送気圧損失)

ガスを管中に送りこむ場合送気管各部の抵抗、濾過板、固体層および液高による総合抵抗に基づく圧力損失がある。ガス速度と圧力損失をも

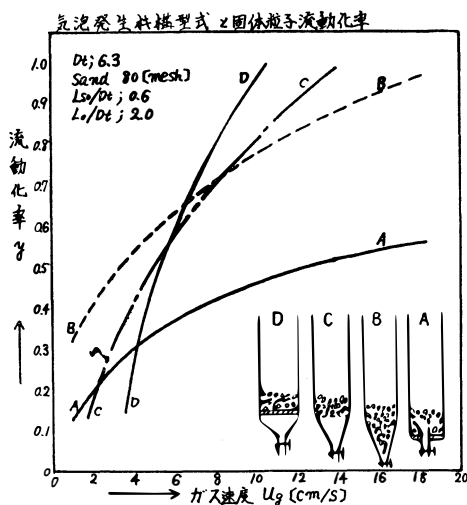
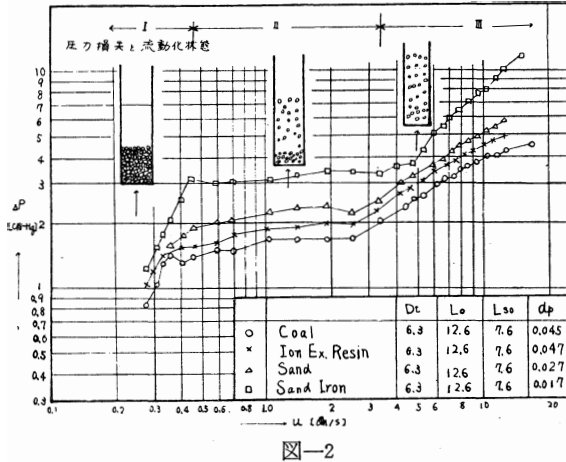


図-1



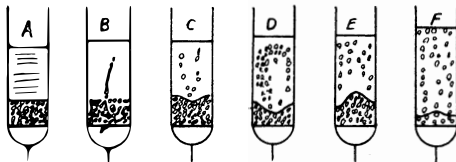
の流動化は  $u$  の増大に伴い増加し遂に完全流動化に至る。流動化の経過状態としては種々あるが、図—3のごときものとなる。この範囲における  $\Delta p$  は極めて不規則で所謂過渡的状态を示し固体粒特性充填方法および空気導入部の機構などにより影響をうける。 $\Delta p$  は  $u$  の変化において略一定状態(変動はある)を保つ。

Ⅲ の範囲 固体粒子の全量が、流動化した後においては  $\Delta p$  は  $u$  と共に再び増加する。この場合ガスは液固混成物の攪拌作用に消費される。液高も増加する。

この範囲における圧力損失は次式で示された。

$$\Delta p = 0.1 [L_0 \rho_L + L_{so} (1 - \epsilon) \rho_s] (u / u_c)^{0.8}$$

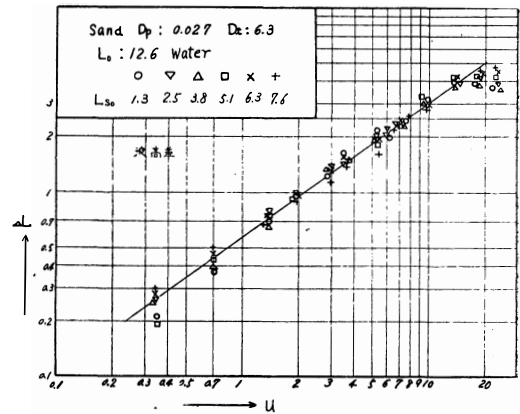
$$\text{ただし } u_c < \bar{u} < 2u_c$$



図—3

#### ハ. 液 高

ガス速度を増加すると一般に液高が大となる。静止時の液高と通気時の液高の関係は図—4に示され、これより次式が得られた。



図—4

$$\frac{L_1}{L_0} - 1 = 0.5 \left( \frac{d_s u \rho_g}{\mu_g} \right)^{1.16} \left( \frac{L_{so}}{D_t} \right)^{0.28} \left( \frac{L_0}{D_t} \right)^{0.20} \left( \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} \right)^{1.20} \left( \frac{\mu_1}{\mu_{H_2O}} \right)^{-0.40}$$

$$\text{ただし } u < 1.5 \bar{u}_c$$

#### ニ. 固体粒子の流動化率

前述のごとく  $u$  が増大すると共に固体粒子が流動化し始め次第にその量が大となり固体粒子全量の完全流動化がみられるに至る。いま流動化率  $y$  として  $y = w_s' / w_s$  と定義して各種の場合における状態を調べると次式が得られた。

$$Y = 1 + 1.22 \log(Re/Rec)$$

ただし  $Re \leq Rec$

実測の状態は図-5に示される。

ホ. 懸濁層中の固体粒子空間率

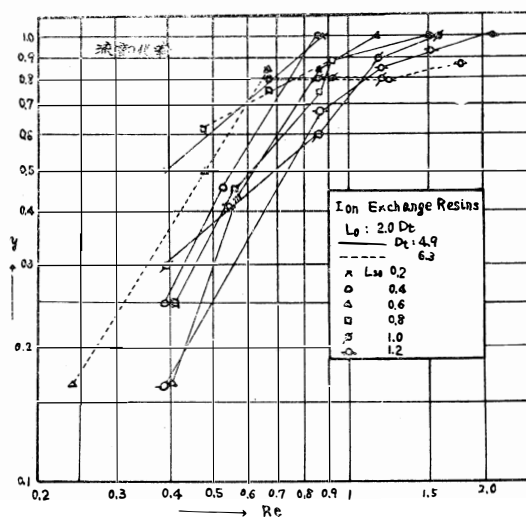
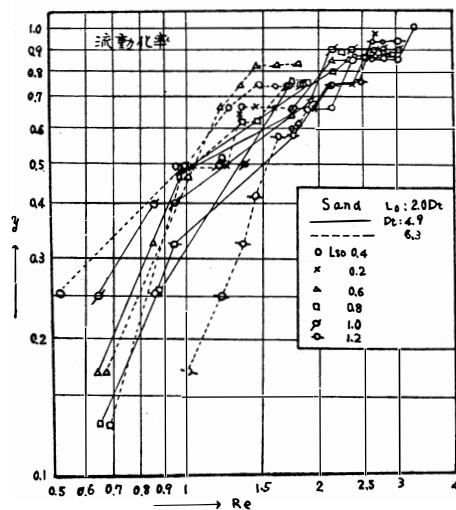


図-5

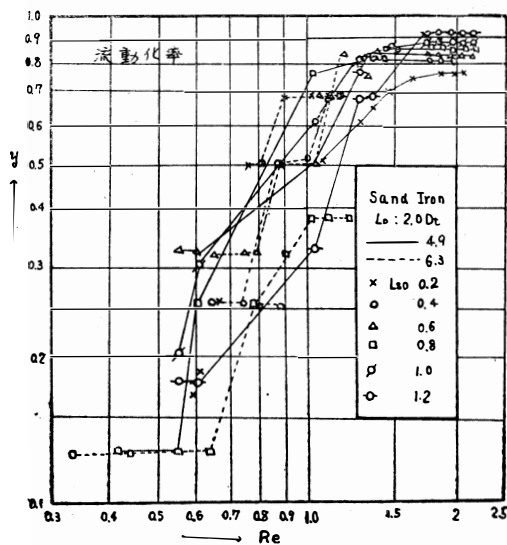


図-5

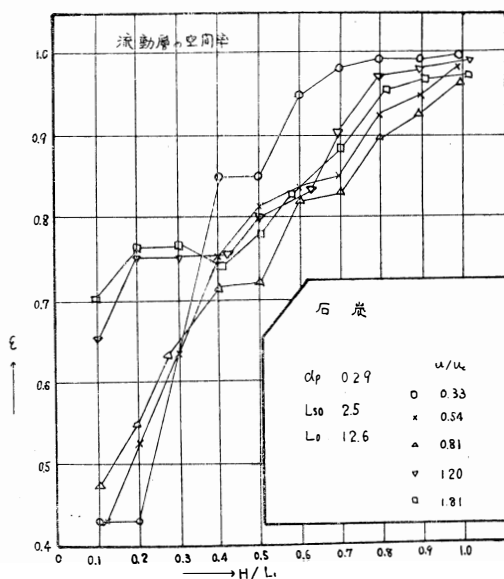


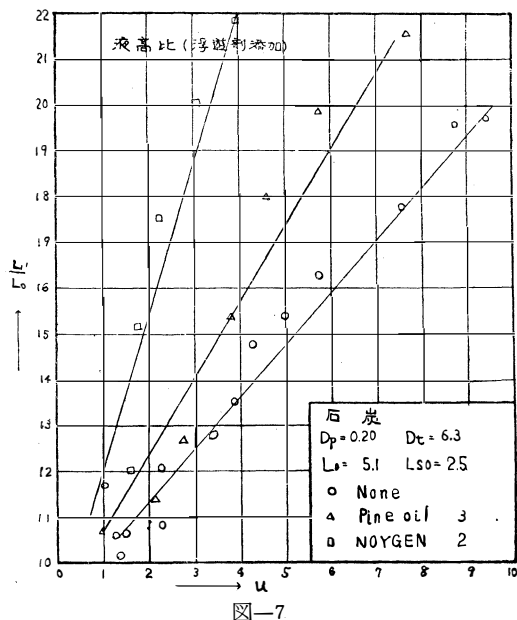
図-6

粒子が流動化する場合流動層中の粒子容積による空間率が流動状態によつて異なるものでいま空間率 $\epsilon$ を $\epsilon = 1 - (v_s / v_1)$ と定義し流動層の各位置による変化を調べると、図-6が得られる。即ち一般に管底部の $\epsilon$ が小従つて粒子が密で高くなる程粒子の存在が小となることがわかる。流動化層における粒子沈降現象がわかるものである。

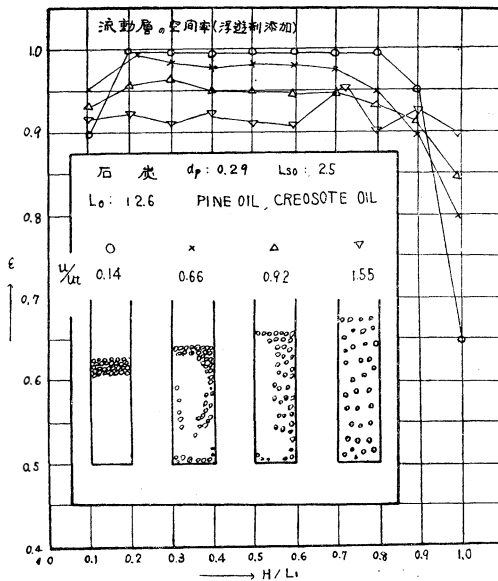
### へ。起泡剤および捕収剤添加による流動化現象

今迄のべた状態のものに起泡剤および捕収剤の適量を添加すると全く一変したる流動化現象がみられる。

起泡剤として Pineoil, NiKKOil, TAKASAGOil, NOYGEN, NEOGEN および Soap など捕収剤として Xanthate, Aerofloat, Creosote などを用い捕収剤の使用量を浮選試薬として用いるときの  $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$  の程度に押えると極めて面白い状態が得られた。



図—7



図—8

流動層の高さは図—7のごとく起泡剤添加量により自由に調節できてガス速度の影響は少なくなることがわかった。

空間率の変化は図—8に示され前と反対に管上部に密または管位置に無関係に一定化できた。即ち固体粒子は気泡と接着し、本来の密度は無視され三相系気泡としての性質として関係してくることが、認められた。

その界面活性剤である故生成気泡が微細化されまた圧力損失の減少がありこれら薬剤添加の効果の大なることが予測された。

## IV 結 論

本報は前報に引き続いて液中固体粒の流動化現象を調べ、ガス吹込部、圧力損失、流動化率および粒子空間率に対する検討を行ない解析し実験式を得た。更に浮遊界面活性剤効果を調べた。

### 記 号

Dt [cm] 管径, ds [cm] 固体粒子径,  $L_0$ ,  $L_1$  [cm] 静止時, 通気時における液高,  $L_1$ ,  $L_{50}$  [cm] 静止時の液体, 固体層高さ,  $\Delta p$  [cm-Hg] ガス圧損失, Re, Res [—] ガス, 完全流動化ガスのレイノルズ数, u,  $u_c$  [cm/s] ガス, 完全流動化ガス速度,  $v_s$ ,  $v_1$  [cm/s] 固体粒子, 流動層の容積,  $w_s$ ,  $w_s'$  [g] 固体全量, 流動化固体の重さ, y [—] 流動化率,  $\epsilon$  [—] 空間率 (容積基準)  $\mu_1$ ,  $\mu_{H_2O}$  [g/cm·s] 液, 純水の粘性係数,  $\rho_g$ ,  $\rho_1$ ,  $\rho_s$  [g/cm<sup>3</sup>] ガス, 液, 固体の密度

### 文 献

※ 酒 井 ; 富大工紀 vor 11. (1960) 74