

### 3C02

## 懸濁液の分級精製に於ける粒度設計十

気体の注入による懸濁粒子の分離効果の向上

(株)ファインクレイ 古野伸夫

### 1 はじめに

コロイド及び界面化学では、界面の大きさ、即ち粒子の大きさ、粒度の設計が重要であるが、分級精製に於ける具体的な粒度設計の方法装置が見当たらない。懸濁粒子と媒体液との界面は粒子の大きさによって広範囲のそれぞれの領域で特異的な挙動を示す。これらに共通する評価尺度として、ストークス則で計算した径で表示する粒度設計を適用した。

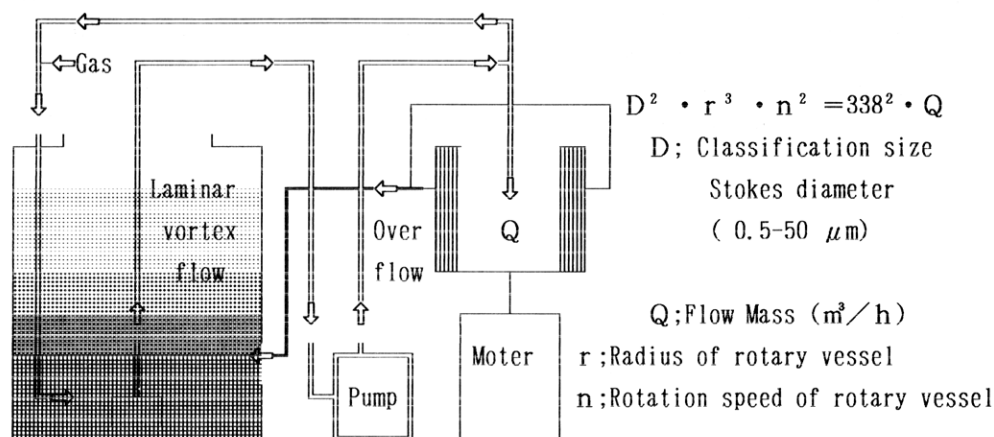
懸濁液の粒子設計を地上で行う限り、重力と空気(酸素/窒素)の影響を制御せねばならない。即ち懸濁液を大気中で不注意に機械攪拌すると気泡を巻き込み、固/液/空気の複雑な界面が発生して沈降と浮上が不規則に入り交じる。懸濁液の代表例としての琵琶湖底泥液に純酸素を効果的に注入して、気泡の発生を防止して5 μm の分級が実現した事を昨年発表した<sup>1)</sup>。また酸素の影響を徹底して防止して、重合等の反応が常温常圧で進行しうるプロセスも実現した。懸濁液と気体との界面制御に適した方法装置を紹介する。

### 2 固/液/気の界面の制御

#### 2-1 自然界の沈降分離現象の分類

自然界の沈降分離現象は、閉鎖系の池、湖沼のような静止状態(静止沈降)と、開放系の河川のような流動状態(流動沈降)がある。大気との界面では、酸素/窒素の比率で様々で多種多様の化学反応形態が存在する。静止沈降に於ける沈降速度を計測して粒度分布を演算計測する機器が各種開発されてきたが、懸濁液と気体の界面制御が困難な場合、その粒子は分級できない。湖沼の底が部分的に酸素不足になると、底泥から磷、窒素が溶出して水質が悪化する。酸素不足の底泥の分級は困難となるので、堆積泥を分級処理するには酸素の注入技術が重要である<sup>1)</sup>。流動沈降の事例として、川の堰堤の上手には溶存酸素の豊富な水があるで砂粒子が容易に分離する。この分級粒度は川の流量と重力に支配される<sup>2)</sup>。自然界の沈降と人工的に加速した沈降を組み合わせ、自然界の沈降現象を制御して再現出来るシステム装置を開発し、そのフローを下図に示す。

Flow in wet classification (PCN/PCR) system



PCN; Centripetal Settling Tank

PCR; Centripetal Classifier

## 2-2 求心沈降槽 (Centripetal Settling Tank) PETACLON<sup>(R)</sup>

懸濁液と気体とを反応させる為に気泡の滞留が長い方が良く考えられて工夫がなされるが、反応平衡を考えると反応済の気体の気泡を速やかに除く事も上記にもまして重要である。図に示すPCNは底部分に限定した旋回流を維持し、懸濁粒子は粒子間の相互作用が弱まって、それぞれ単独に沈降し、沈降した順に底中央に堆積せず濃縮され、気泡を巻き込まない流動状態で貯蔵される。この駆動ポンプ回路の高圧部に気体を注入すると、沈降濃縮された懸濁液に新しい気体が注入され、反応済の気体が旋回流で速やかに排除される。沈降と浮上分離が一定の關係に制御されているので、3相混在の不均一化学反応、即ち気/液、気/固界面の化学反応の平衡が適性に制御される。

高温高压条件は、温度を高くして反応速度を大きくし、高压にしても気体の溶解度を大きくする効果があるが、化学平衡は変わらない。化学平衡の制御を意図したこの装置を用いて窒素通気すると、懸濁重合が常温常圧で可能になった。ガス抜き効果が高いので、重合を阻害する酸素の除去効率が従来法に比べて格段に向上した成果と考える。

### 3 求心分級機

#### 3-1 求心分級機と遠心分離機との区別

原理的に大きな差異がある遠心機をその分離方式毎に区別表示した。少量試料の沈降分離に用いる沈降管方式は静止沈降を加速するが分級できないので従来通り、遠心分離機と呼びこの回転数  $n$  (rpm) と回転半径  $r$  (m) が決まると加速比  $G = 0.00112 \cdot r \cdot n^2$  が決まる。大量試料の沈降分離に用いる連続遠心分離機、デカンター、無孔壁型と呼ばれる機器では、上記遠心分離機と異なり、回転円筒の堰から連続的に懸濁液が溢れて、所定の粒度以上の粒子を沈降堆積させる分級が行われるがその粒度設計ができていない。堰を溢れる懸濁液に作用する力を求心力として解析すると、分級粒度  $D$  ( $\mu\text{m}$ ) と処理流量  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) との關係が次の如く解明出来た。<sup>2)</sup>  $D^2 \cdot r^3 \cdot n^2 = 338^2 \cdot Q$  — (1)

回転円筒の半径  $r$  が異なっても、それぞれの  $r$  について  $n$  と  $Q$  を調整すれば  $D$  を任意に設計し制御出来る。上記の遠心分離機と区別して求心分級機と呼称する。図に示すシステム装置によると、この式に従う分級が最も効果的に実施出来るようになった。

#### 3-2 頻度分布の直接計測と粒度調整

回転直径  $\phi 100$  の小型、 $\phi 240$ 、 $\phi 300$  程度の中型求心分級機を開発した。バスケット内に脱着容易なカバーを工夫して取りつけると、沈降物の全量を容易に採取できるようになり、設計粒度別に秤量したその比率は頻度分布情報になる。回転直径  $\phi 600$  以上の大型機の場合は機械的に自動排出できる様にして、粒度設計した粒子が分級採取できる。

#### 3-3 応用分野

この装置は固/液/気の界面制御が出来る特徴を持ち、その粒度制御範囲は  $50 \mu\text{m}$  から  $0.5 \mu\text{m}$ 、特に  $20 \mu\text{m}$  から  $2 \mu\text{m}$  の範囲が好ましい。気体との界面反応が制御できるので、粒子析出、合成反応装置の各工程特に洗浄、分級精製工程に組み込み、高機能粒子の開発に好適である。懸濁粒子の触媒作用の解明と新しい触媒の開発に寄与し、高温高压でない温和な条件での化学合成の可能性が広がる。粒子径は微生物相当で、気体が関与する醗酵、醸造、排水下水処理等の生化学反応槽 (バイリアクター、バイオマス) として好適であろう。

文献 1) 1994. 10. 10. 第47回コロイドおよび界面化学討論会 講演要旨集 p. 128, 3B13

2) 古野伸夫: 粉体工学会誌 32, 644 (1995).