

(5) フロックの破壊プロセスについて

(6) 沈降濃縮過程に及ぼす温度の影響 (討 議)

北海道大学 丹保 晃仁

(5) フロック破壊プロセスについて

化学工学の分野で良く研究されている、液滴における表面張力と剪断破壊力の関係からの類推による検討で、文献的な考察が先行し、実験的な表現(視覚化と着着等は特している)との間に甚ぶ数量的な扱いの欠陥が問題となるのではなからうか。

以下、着着等の問題点の整理について、項も違つて若干の意見を述べさせていただきます。

①について：丹保等の考へている粒子の破壊が平行流中に静置されたものであると云う見解は間違ひである。速度と寸法のスケールが大きな渦は直接破壊に作用せず、これらの渦によって作られ、その上に乗ってランダムに変動しつつあるフロックと同じオーダーを持った渦の部分の運動(伸縮・剪断・回転等の運動)がフロックの乱流中での運動との異相で破壊を生ずるに至ると考えられる。

②について：平行流と粒子の相対運動のみを考えればこの通りであろう。しかし、フロックと粘性、粘性両領域の水塊との相互作用を考える時にはフロック塊と粘性領域水塊の衝突・反射時の力の伝達は必ずしもParker等の扱いのようにとはならぬと考えられる。

フロックの破壊は変形性の相違が問題となる寸法までの小乱流塊とフロック粒子の衝突(衝突角 $0 \sim 90^\circ$ まで)と考えて良い。スケールの大きな乱流塊に着目する場合には水塊の中にフロック群は容易に包みつかれて水と運動を共にするのに対して、小スケールの乱流塊に着目すると、フロックの変形性と水の変形性の差が無視出来なくなつて、水塊とフロック粒子が別個運動して“動圧”(ダイナミックな力)を発生することを考える。この場合問題は粘性変形域であっても水塊とフロック間に効く主たる力は分子粘性では無く、粘性領域における乱流水塊とフロックの力と考へている。しかしこのことはレイノルズ数的吟味も不要とするものでなく、より詳細な研究では当然必要となり、分子粘性と粘性領域でも減衰しつつ存在する乱流水塊の慣性がどのような配分で影響もフロックに与えるかをスケール毎に解くという難問題も扱うことになる。

③について：粒径だけ離れた2点間の乱流水塊の速度差を最大の相対速度とすることは何も平行流中に相対的に静止した粒子も考えるわけではなく、流体とフロックと云う変形性の異なる物質の存在が最大に考慮されるべき条件の表現であつて、スケールを指定しないで流体と粒子の相対速度のみを論ずることは無意味である。

④について：丹保等もフロックと水塊の密度差を無視した上でフロック径近くまでくると水塊とフロック塊の変形性の違いが動因となつてフロックが破壊するという機構も考へている。すなわちフロックを弾性体として塑性変形等を係数で割引くことも考へ提示しているのがそれである。(楠田等は塑性変形をも論じている)。このことは粘性流体である水の中に浮ぶ弾・塑性体はあるスケール以下の水の運動に追従出来ぬことを理論の拠りどころとしており、乱流下における水と粒子の最大相対速度を用いて破壊力の大きさを求めたものに他ならない。

⑤について：Hingeにこだわる必要は無いと思うが、式-3が水塊のマスの運動を示すとすれば、 ρ は流体の密度を使つており、フロックとの密度差を論じているわけでは無いのだから因子の取り方としては松尾氏の論旨には反しないように思う。たゞ $\bar{D}$ と D_{max} の積で小フロックの破壊を論ずることは出来ない。

⑥について：層流中と乱流中では破壊のメカニズム(力の伝達機構)は違つて当然だと思いますが？両者ではフロックと水側の運動体(水分子と水塊)の寸法比が違ひすぎるように思います。遷移領域はその両者の複雑な混合または合成で、在来の簡単な理論では連続的な表現に適さないだけでないでしょうか。

⑦について：そのとおりだと思います。前述のように遷移領域の扱いを両領域について完全になめらかにするの

は今の理論では難しいようです。丹保等は通常のフロック形成では遷移領域でも粘性領域の式を近似的に使えらることを実験から推論していますが、この使用上限の破たんについてはふれませんでした。

④について：研究のヒエラルキーを一つ下げると全く何も判っていないと言っても過言でないと思います。松尾氏・楠田氏等の将来の研究に学ばせていただきたく思っています。

最後にフロックの破壊現象は“力と変形の関係において、変形に対して示す抵抗の仕方の差”に依ると云う表現には全く賛成です。丹保・楠田その他も扱いについては全くその通りにしていると思います。

ただ“フロックが流体中に存在すれば、そのことだけで流体側の運動に影響を与え、流体の運動はフロックに影響を与える”と云うことは当然の表現としても、フロックの破壊を考える時前者を具体的にどう評価するかは大変難しく、言葉以上に進むには多くの未踏の問題を解かねばならないと思います。丹保の理論は前者を近似的に無視しうる領域に成り立っております。松尾氏の具体的な努力の実られることを念じます。

最後にこの論文の実験方法は、その精度と足量化へのつなぎの複雑さから、このような現象の精密な取り扱いには必ずしも適当な方法とは思われません。特に、フロックと水の変形性の違いを論ずるのであれば、ただでさえ取り扱いの難しい、大規模水流渦を伴う輸送現象の表現すら困難な閉容器中のパルス自由噴流と云ったような条件下で計測を行うのはいかなるものでしょうか。またフロックの破壊に有効な乱流スケールを考える場合の平均流の理解に問題があるのではないのでしょうか。さらに、フロックの破壊は成長平衡までの問題である場合が多いと言うことを考えると、この実験の方法では対応がとり難いようにも思われます。

(6) 沈降濃縮過程に及ぼす温度の影響について

大変興味深い現象の報告と思う。ゾーンⅠにおける沈降について沈降速度と動的な平衡状態にある、ある構造を持つ粒子塊の存在のようなものを丹保等も観察し実験的な検討を続けている最中であるが、ゾーンⅡの特異性について実験的に観察すらしたこともなく従って今の処論及しうる能力を持たない。著者に単なる現象の報告でなく考察を望むのは無理であろうか。