

混和槽におけるflocの破壊限界について

大阪工業大学 正員 宮北 敏夫

正員 〇木原 敏

floc形成のプロセスでの搅拌は、flocの成長を左右するところの重要な位置にある。flocを成長させるためには、floc形成池での搅拌の強さは流入口から流出口まで一様で強い方がよいとされている。その搅拌の強さは $\overline{G}=100\sim10^{[sec^{-1}]}$ へと次第に小さくすることが望ましい(但し合田博士の提示による)とされている。flocの成長にしたがつて、搅拌はゆるやかに行うことがflocの直径を大きくすることに役立つと考えられてきた。しかし、floc相互の衝突率から考えると、混和が進んで、flocの个数が減少する程、搅拌は強い方が衝突率の低下を抑止することになる。現実には強い搅拌は合一したflocを破壊する原因となるので、flocを成長させる立場からみると好ましくないとされている。水道協会でもこれに対してはパドルの周端速度にある範囲を定めて設計の基準にせしめている。

搅拌をflocの成長の側からみると、接触合一によつて成長したflocは、当然粒径が大きくなり、沈降速度が大きくなる。沈降速度が大きくなると、flocは搅拌による浮遊に耐えられなくなり、混和池の底へ沈積してしまうことになる。したがつて、このように成長した大塊のflocを沈積せしめないためには搅拌を強くしなければならない。しかし、搅拌を強くすることは即、成長したflocの破壊を意味するから、この点からはむしろ、搅拌は小さくしなければならない。

図-1

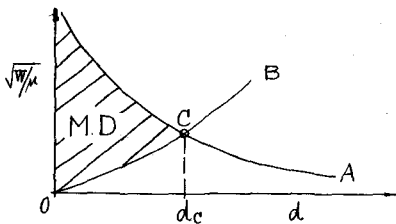
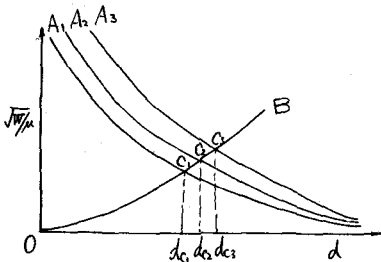


図-1において実線A,Bはそれぞれ成長するflocの径dに対応する破壊限界速度勾配値、沈降限界速度勾配値であり、A,Bは点Cにおいて交錯する。Cの足 d_c はflocの直径dに対して、搅拌をこれ以上つづけても、flocは破壊するか、沈降するかであり、意味がなくなること示す限界値であり、これを限界粒径と名付けることにする。この限界粒径 d_c をなるべく大きくするためには、曲線Aの値をなるべく大きくすることである。

り、凝集剤や助剤の研究がこの面から重要となつてくる。

図-2



一般に混和槽では、パドルが回転すると、それに伴つて強制的な渦が発生する。この渦は自然に発生した乱流とは異なり、等方性ではなく、規則的、周期的な現象である。しかし、これを数学的には乱流と同様の取扱いとすると、これから乱れの剪断力 τ を算定することができる。

$$\tau = \rho \overline{u'v'w'}$$

u', v', w' は速度成分 u, v, w に対する変動量である。

flocの構造は顕微鏡での観察によると浮遊する懸濁物質の種類によつて異なるが、カオリンとかベントナイト等の適当な粘土鉱物を使つて人工的に造られた原水よりのflocより、天然の河川表流水等に含有されている懸濁物質等で造られたものの方が構造的に強いように思われる。その原因は天然の懸濁物質の方が、繊維状のベンモで構成されているからであらう。この点、洪水時の懸濁物が粘土鉱物を多く含んでいるのに対し、渇水時の懸濁物は下水の混入が多いので有利であることが考えられる。

カオリンとベントナイト等のように、粘土鉱物の結晶構造や、形態の異なるものによつても、flocの剪断強度は異なる。

筆者等は模型攪拌槽を用い、flocの破壊強度を測定する目的で、攪拌槽の各部について強制乱れの変動量を写真法により測定した。

実験に使用した模型攪拌槽はアクリル製水深170mm幅170mm奥行170mm(容量4.913 dm^3)、パドルは羽根板型のものを各種組合せ、適当な回転数を与えて用いた。変動量の測定にはアルミ箔の細片を水中に浮遊させ、それにスリット光を投じて撮影したのを用いて解析した。

flocの破壊は直接、写真に撮ることが難かしいので、変動量測定と同様の攪拌を与えるような回転数に対するflocの成長を経時的に写真記録し、最終的に限界粒径に達したflocについて、測定した。

凝集剤としては今回は主として硫酸アルミニウムを使用したが、一部アルギン酸ソーダを用いたものについても測定を行った。原水は淀川表流水、淀川表流水と下水の混合水、カオリン、ベントナイトのそれぞれを用いた2種類の人工原水と計4種類を用いた。

実験の結果、変動量の測定は、攪拌槽の各部分、パドルの位置、回転数等であらうしく異なることが明らかとなった。したがつて、限界粒径は一定値を望むことは困難で、かなり大きい幅を考へる必要がある。攪拌機の構造上、この幅を小さくするための工夫が、限界値 d_c を大きくすることになるので、パドル式の攪拌は好ましくない。

混和池の攪拌機構を設計する場合、攪拌の強さは混和領域M.D(A, Bに囲まれた領域)の上限、即ち曲線Aに沿つて連続的に小さくすることが理想的である。実際には攪拌のメカニズムを構造上連続的に変化させることは困難であるから段階的に変化することになる。

その際、段階化されたそれぞれの攪拌は、当然曲線Aより内側になければならない。沈殿池に流入してくるflocを返送して、混合池での接触率を促進させようとする場合、粒径が急激に大きくなるから、このような場合は、 $\sqrt{v/\mu}$ の式の方に充分注意をしないと、返送によるfloc形成促進の意味がなくなってしまう。

flocの接融合によつて、flocの密度変化が生じるが、これはかなり密な重い比重のflocを造る上に充分注意する必要がある。しかし、今回は省いた。この研究は一部、阪大中研の研究助成金によつて支援する。

図-3. 実験装置略図

