

II-15 高濃度凝集性粒子群の沈降特性

北海道工業大学 正員 宇土沢 光賢

学 松井 悟

〇千葉 和平

1 まえがき

粒子群の圧縮沈降速度および粒子群の圧縮沈降特性の把握は、今日の上下水処理場、化学工場、鉱山関係方面において重要なことである。いままでにもこれらに関する実験式や理論式が求められているが、設計理論などの面においてははなはだ不十分であって、経験に依存する点が多い。そのためにも正確で便利に使い容易にその特性を知ることが出来るような実験式や理論式の必要性がある。

しかしながら池内におこっている種々の現象は極めて複雑なものが多く、まだ十分に理解されていないことも少なくない。とくに実際の沈殿内ではいろいろな現象がまじり合っているため、理解を一層困難なものにしていく。そこで我々は、薬品凝集粒子群の場合にはその沈降特性は粒子群を構成するフロックの形成条件によって異なってくるものと考えられ、薬品凝集粒子群の沈降速度ならびに沈降におよぼす凝集条件の影響について実験的検討をおこなった。

2 実験装置および実験方法

実験装置の概要

内径10cm、高さ200cmのアクリル製の円筒管を用いた。図-1のように急速混和、フロック形成、沈殿の過程を1つの管でおこなった。攪拌は管底部から空気を送って、その空気量によって急速攪拌、緩速攪拌とした。

実験手順

水道水に市販のカオリンを溶かした懸濁液を一昼夜置いたものを用い、それに凝集剤として硫酸アルミニウム、アルカリ剤として炭酸ナトリウムを用いた。まず始めにカオリン溶液と炭酸ナトリウムを注入して急速攪拌をおこないながら3〜4分後に硫酸アルミニウムを注入するとともに少量の水道水を加えて所定の高さになるように調整した。またその時を急速攪拌の始まりとして約5分間攪拌し、そのあと空気量を30NL/hにして約10分間緩速攪拌をおこなう。空気弁を止めた時を沈降開始時間とする。初期固形物濃度は、3000PPmから1000PPmずつ増加して、10000PPmまでの8段階、ALT比は1:9、1:18.5、1:30の3段階でおこなった。なおPHは7.0に、懸濁液の水温を20度になるよう調整した。

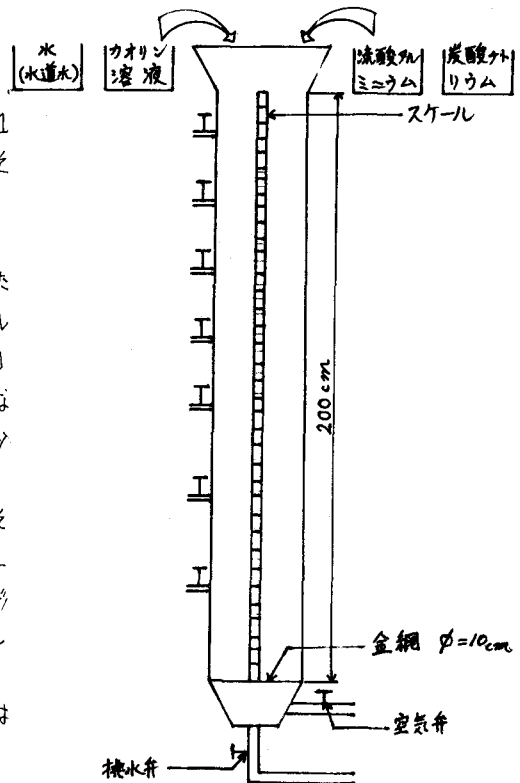


図-1 実験装置の概略図

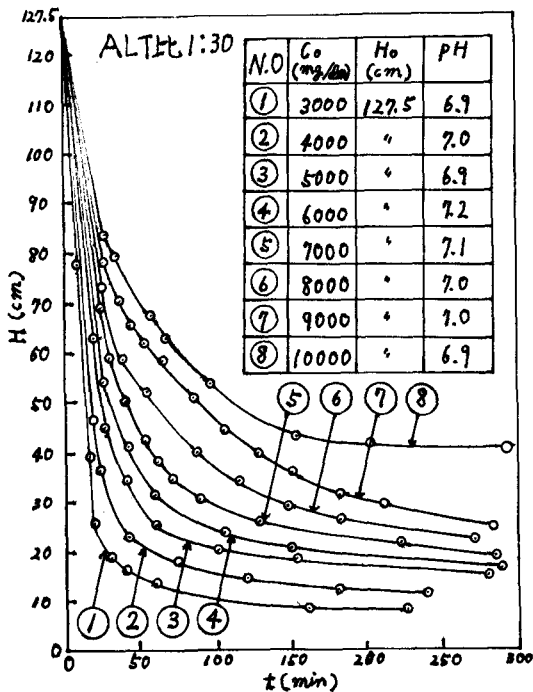


図-2(a) 界面沈降曲線

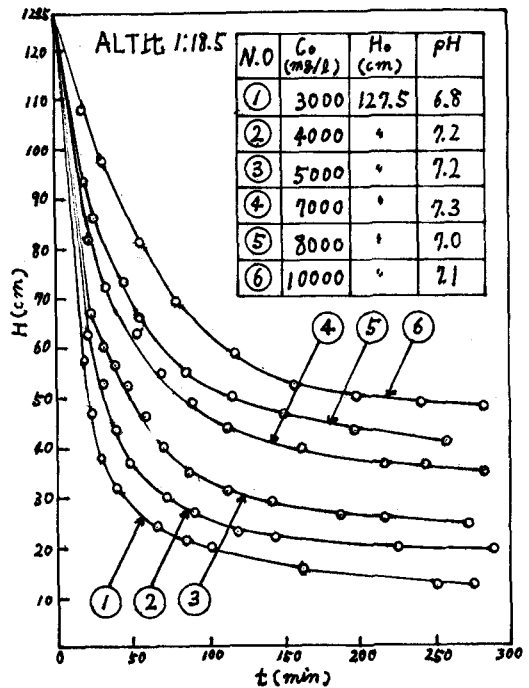


図-2(b) 界面沈降曲線

3 実験結果

3-1 カオリン凝集粒子群の界面沈降曲線

図-1の(a)~(c)は、カオリン凝集粒子群の界面沈降曲線である。各々の沈降曲線に対する粒子群の初期固形物重量濃度、初期界面高およびフロッキ形成時のpH、ALT比は図中の表に示すとおりである。これらの図の横軸の時間目盛は0を沈降開始時間としこれは緩速攪拌の終了時としたものである。

粒子群の沈降曲線は等速区向を示す直線部分と減速区向を示す滑らかな曲線部分とからなり、初期粒子群濃度の増大に伴って等速沈降区向の界面沈降速度が小さくなるとともに、減速区向の始点が、後方へ移ってゆく沈降曲線を示している。初期固形物重量濃度が高い場合にはより大きな界面高から減速沈降が始まり、より大きな界面高で沈降が完了し、初期固形物重量濃度が低くなるにつれて減速沈降開始時の界面高および沈降完了時の界面高はともに小さくなり、より短時間で沈降が完了する。また、同一の濃度、初期高においてALT比の大小によって沈降速度、最終界面沈降高が大きく違うことがわかる。

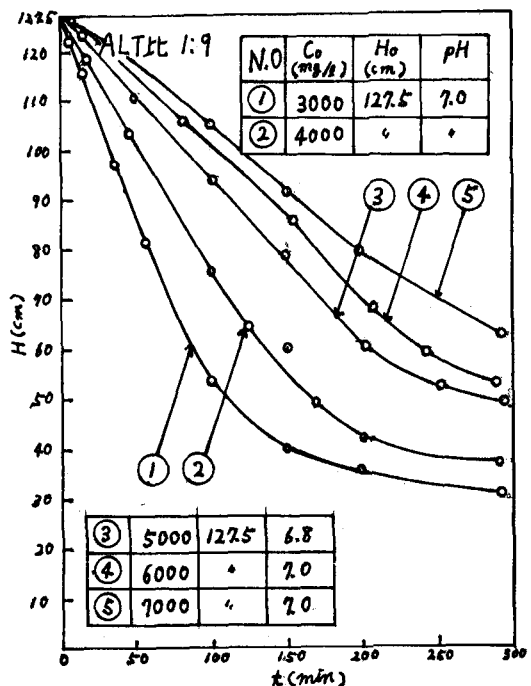


図-2(c) 界面沈降曲線

4 考察

4-1 沈降式の検討

現在述べられているいろいろな沈降式は、等速沈降区間と圧縮沈降区間とを別けて述べたものが多く R O b e r t s の式、R o l l a s o n の式と、この2つの式を組み合わせた穂積の式などがある。筆者が実験をおこなった結果と穂積の求めた式は、圧縮沈降区間においてかなりよく適合した。

そこで筆者は等速沈降区間の直線部分と減速沈降区間を示す滑らかな曲線部分とを一つの沈降式で表わすことを考えて見た。

$$H = H_{\infty} + (H_1 + H_{\infty})(t+1)^{-N} \quad (1) \quad k = \frac{\ln N}{\ln t} \quad (2)$$

ここで N は t の関数で k の傾きを示すもので $N = t^k$ と仮定する。 H_{∞} : 最終界面沈降高 H_1 : 初期高 H : 任意の沈降時間における粒子群の界面高 t : 任意の沈降時間

そこで式(1)に $N = t^k$ を代入したものを t で微分すると

$$\frac{dH}{dt} = \left\{ k t^{k-1} \ln(t+1) - \frac{t^k}{t+1} \right\} \{ H_{\infty} + (H_1 - H_{\infty})(t+1)^{-t^k} \} \quad (3)$$

(1)より

$$N = \frac{\ln\left(\frac{H - H_{\infty}}{H_1 - H_{\infty}}\right)}{\ln(t+1)} \quad (4)$$

また

$$H_{\infty} = \frac{H - H_1(t+1)^{-N}}{1 - (t+1)^{-N}} \quad (5) \quad \text{となる}$$

ここで図-2(a)のときの N の値を(4)式より求めた N の関数を両対数グラフにプロットしたものを図-3に示す。これより N は2つの直線で表わされて、この2つの直線の交差点は図-2(a)で示されている等速沈降区間から減速沈降区間に移行する点と近似している。また初期固形物濃度が大きくなれば一つの直線になることが推定できる。

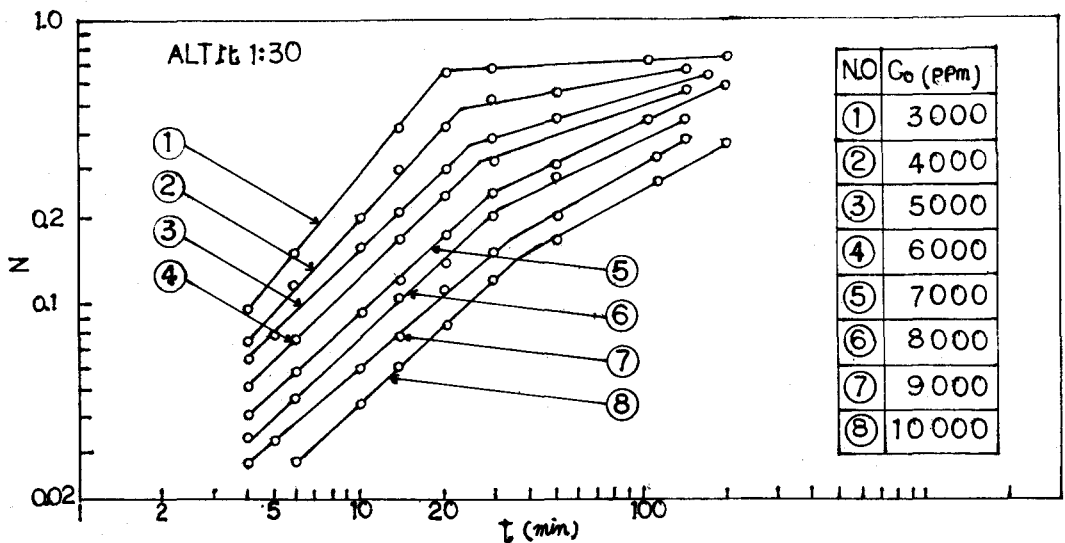
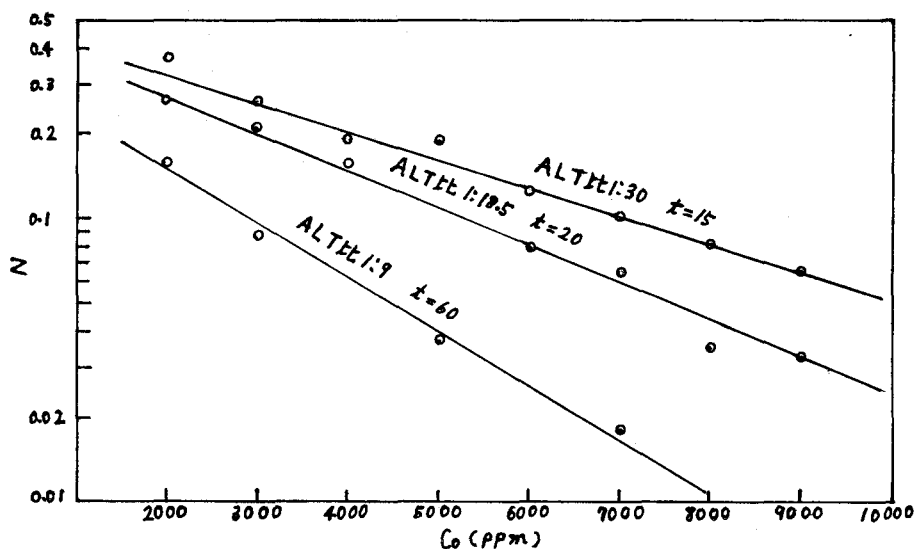


図-3 N と t の両対数プロット



図一四 任意の t における N と初期固形物濃度の片対数のプロット

図一四は任意の t (図一三による)における N の値と初期固形物濃度の関数を片対数グラフにプロットしたものである。この図一四より N の値は、初期固形物濃度に反比例して一つの直線で示されている。このことから、ある初期高、ALT比において2〜3種類の初期固形物濃度の任意の時間における N の値を求めれば、その条件においては他の初期固形物濃度の任意の時間の N の値が推定できる。また式(5)によってその任意の時間における界面高を測定すれば H_0 、すなわち最終沈降界面高も推定できる。

5 あとがき

以上のことからカオリン凝集粒子群の界面沈降についてつぎのような結論を得た。

- (1) ある条件における2〜3種類の初期固形物濃度の界面沈降のデータを用いれば、他の初期固形物濃度の任意の時間の界面高を求めることによって最終界面沈降高を推定できる。
- (2) N の値は t によって一定の傾きをもち、ALT比の変化による N の値はALT比が小さくなるにつれて N の値も小さくなるのがわかるが、初期界面高、管径によってどのように変化するかは、今回はデータ不足で述べられなかった。これは今後の課題である。
- (3) 図一四に示すように3000〜10000 ppmまでの範囲では、 N の値は直線となったが、もっと広範囲では滑らかな曲線となるものと考えられる。
- (4) 他者の実験結果について筆者の式(1)〜(5)を用いて確かめた結果、(1)に述べたように最終沈降界面高を推定できた。

本研究をおこなうにあたり実験、解析に岸哲也助手のご協力を頂きここに記して謝意を表する。

参考文献

- (1) 穂積準：凝集性スラリーの圧縮沈降特性に関する研究(I)，水道協会誌 第514号，P2〜16，1977