

1. はじめに-----加圧浮上法は難沈降性の有機物凝集フロックの固液分離に威力を発揮するものと思われるが、このような清澄を主目的とした本法の研究例は少なく未解明な点が多い。そこで、加圧浮上による清澄処理特性を明らかにする目的で、下水処理水を対象に回分式浮上実験を行ない、沈殿法と比較して処理水質と浮上速度について検討したので報告する。

2. 実験 (1) 試料水-----下水二次処理水を用い、浮上と沈殿の前処理として、①硫酸アルミ 100 mg/L で凝集、②海水添加凝集 (NaOH で pH 調整)、③海水添加凝集 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ で pH 調整) の 3 種類を採用し各々について実験した。海水添加率は 3% である。下水処理水の原水水質は、図-2 中に示した。

(2) 実験方法-----図-1 に示す循環水加圧型フローテーションテストを用い、操作条件は加圧力 $P = 4 \text{ kg/cm}^2$ 、循環比 $R = 0.1$ 、試料水量 $Q = 1.5 \text{ L}$ である。
①セル内で凝集フロック形成後、加圧水を導入し発生微気泡により浮上分離させる。
②沈殿の場合はフロック形成後 10 分間静置し分析測定する。
③別に時間・水深毎に濁度を測定し、沈降(浮上)速度分布を求め、また、凝集性沈降分析手法により局所平均瞬間沈降(浮上)速度 $w(z, t)$ を求めた。

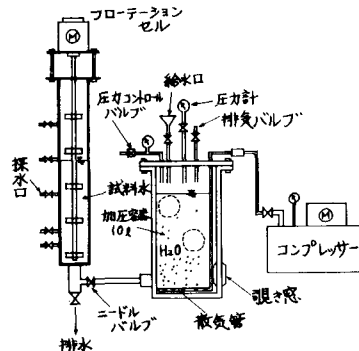


図-1 フローテーションテスト

3. 結果と考察

(1) 浮上処理水質について

前処理として硫酸アルミニウムで凝集した場合の結果を図-2 に示す。浮上法、沈殿法ともに最適 pH は 5.5 付近である。処理水質は各測定項目とも沈殿の場合と同程度であるいは浮上法が若干良好である。濁度についての結果から、浮上法は特に懸濁質の除去能力において優れていることがわかる。

海水添加凝集 (NaOH) した場合の処理結果を図-3 に示す。浮上法、沈殿法とも最適 pH は 11~12 である。処理水質は沈殿法と同程度であり、硫酸アルミニウム凝集の場合に劣らない結果が得られた。

海水添加凝集 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) した場合の結果を図-4 に示す。これも最適 pH は 11~12 程度であり、処理水質は浮上、沈殿法とも同程度であるいは沈殿法の方が若干良好である。COD と E_{260} の結果から、本凝集法は有機物除去能力に優れていることがわかる。

以上の結果から、いずれの前処理(凝集)法においても、浮上法と沈殿法の最適 pH はほぼ同じであり、浮上の前処理条件は従来の沈殿の場合と同様に考えてよい。処理水質は沈殿と同程度であるいは浮上の方が若干良好であることが明らかとなった。また、図-2~4 のどの場合も、浮上法では最適 pH 以外の領域においても濁度その他の除去がみとめられる。浮上分離の機構を

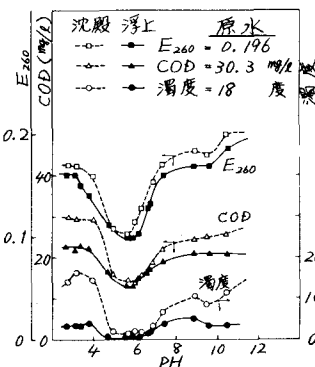


図-2 処理結果(硫酸アルミ)

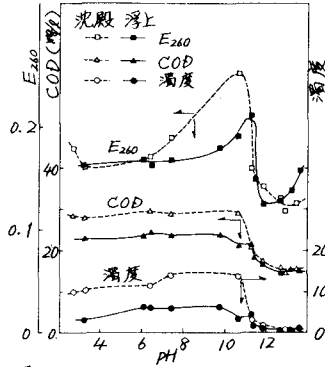


図-3 処理結果(海水添加, NaOH)

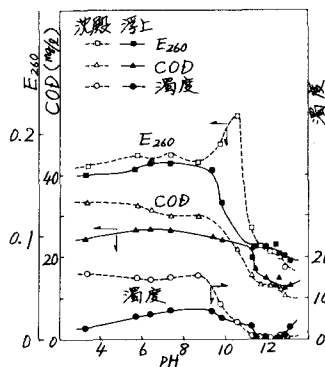


図-4 処理結果(海水添加, $\text{Ca}(\text{OH})_2$)

気泡と懸濁粒子の単なる付着だけから考えるのではなく、気泡を含む懸濁粒子群のフロック形成といった観点からも検討する必要があることを示唆しているものと考えられる。

(2) 浮上分離速度について

硫酸アルミニウムで凝集した場合(図-5)、浮上速度は極めて大きく、本実験装置では十分に測定できないほどである。沈降速度の平均が10 cm/分以下であるのに対して、浮上速度は数10 cm/分をはるかに超える結果が得られた。表-1に局所平均瞬間速度の最大値をまとめたが、これによっても浮上速度は非常に大きく、硫酸アルミフロックの分離には加圧浮上法が極めて有利であると考えられる。

海水添加凝集(NaOH)の場合も(図-6)、浮上速度の方が大きく、平均で数cm/分程度の沈降速度に対して、数10 cm/分程度の速度が得られる。また、表-1より、局所平均瞬間速度も浮上法の方が大きく、沈降の場合の5倍である。

一方、海水添加凝集(Ca(OH)₂)の場合(図-7)、前述の2つの凝集法の場合に比べて浮上速度はさほど大きくなく、沈降速度と大差がない。局所平均瞬間速度では、むしろ沈降速度の方が若干大きい結果であり、この場合、浮上法は必ずしも有利ではない。

以上の結果をまとめると、浮上速度の大きい順に、硫酸アルミフロック、海水添加(NaOH)凝集フロック、海水添加(Ca(OH)₂)凝集フロックとなり、特に硫酸アルミフロックの浮上速度は極めて大きい。凝集法の違いによる浮上速度の差は主にフロック密度に關係しているものと考えられる。カオリンフロックに関する丸山の実験結果から、3者のフロック有効密度の比はほぼ1:3:5と硫酸アルミフロックがもっとも軽く、本実験の有機物系フロックの場合もこれと類似した關係があるものと推察される。

さらに、図-8, 9に局所平均瞬間速度分布の一例を示す。沈降法の場合、全体的に速度が小さく、かつ時間的にかなり広がった分布を示している。これに対して、浮上法では初期の数分間に極めて大きな速度を示すシャープなピークが見られ、5分以内に浮上はほぼ完了しているのが特徴である。したがって、この結果からも、浮上法は極めてスピーディな分離法であることがわかる。

4. まとめ ----- 清澄を主目的とした加圧浮上処理の水質と分離速度について、沈降法と比較しながら実験した結果、(1) 浮上の前処理(凝集)条件は沈降の場合と同様に考えればよいこと、(2) 浮上処理水質は沈降のそれと同等のものが得られ、浮上速度は沈降に比べかなり大きいこと、(3) 特に、密度の小さい硫酸アルミ-有機物フロックの固液分離に浮上が極めて有効であること、(4) 今回の結果は前報²⁾の尿処理水についての結果とよく一致しており、浮上法は難沈降性有機凝集フロックの固液分離に極めて有効な手段となりうることを明らかにした。今後、処理特性のより詳細な検討、浮上分離機構の動力学的検討なども進めていきたい。

<参考文献> (1) 丸山; 海水を利用した汚濁水の凝集処理に関する研究, 北博士論文。

(2) 加藤, 見玉, 橋本; 加圧浮上法による清澄処理に関する実験的研究, 東北支部講演摘要(5.55年度)

表-1 局所平均瞬間速度の最大値(cm/分)

前処理方法	浮上	沈降
硫酸アルミ凝集	520.	16.
海水添加(NaOH)凝集	64.	12.
" " (Ca(OH) ₂) "	33.	39.

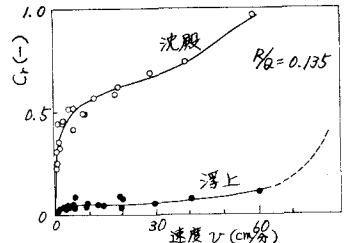


図-5 浮上・沈降速度分布(硫酸アルミ)

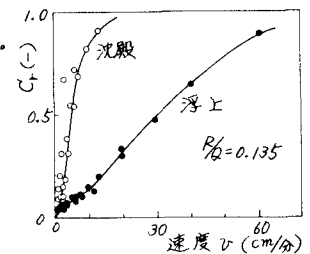


図-6 浮上・沈降速度分布(海水添加NaOH)

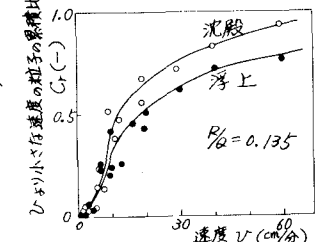


図-7 浮上・沈降速度分布(海水添加Ca(OH)₂)

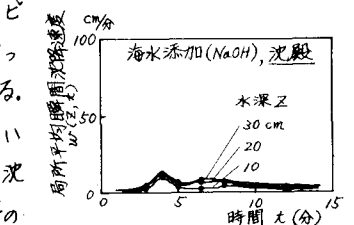


図-8

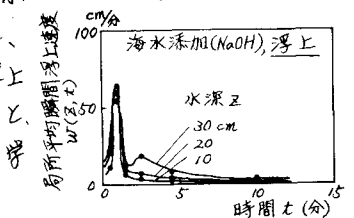


図-9