

粉末活性炭のろ過特性に関する研究

東北大学工学部 学生員 ○康 世芳

東北大学工学部 正 員 後藤光亀

東北大学工学部 正 員 佐藤敦久

1 はじめに 水道水源の富栄養化に伴う異臭味の除去のため粉末活性炭が添加されるが、砂ろ過でのリークの問題等その除去特性に関する研究例は非常に少ない⁽¹⁾。本研究では、粉末活性炭のろ過特性に及ぼす操作因子である原水のpH及びろ層構成（砂単層及びアンスラサト複層）に着眼して、粉末活性炭の砂層内の抑留機構及び損失水頭発生パターンを考察した。

2 実験装置及び実験方法

粉末活性炭は浄水場で使用中のものを、平均粒径は4.5 μ mである。ろ過筒は10cmの角筒を用い、ろ材として砂及びアンスラ

表1 ろ層構成条件

項 目	砂	アンスラサイト
均等係数 (-)	1.0	1.0
有効粒径 (mm)	0.7	1.2
空隙率 (%)	40.6	56.8
単層ろ層厚 (cm)	50	0
複層ろ層厚 (cm)	30	20

サイトを用い、ろ層は単層及び複層とした。ろ層構成及び実験条件を

表2 実験条件

原水濁度	20 度
原水 pH	4-10
ろ過速度	120 m/日
凝集剤	硫酸バンド
注入量	10 mg/l
フロック形成	100 rpm 5分間
ろ過方式	直接ろ過
ろ過制御	自然平衡

それぞれを表1、表2に示す。原水、ろ水及び各ろ層深さよりろ水を2-4時間おきに採水した。ろ過実験の終了は正味の損失水頭が1.0mあるいはろ過継続時間が24時間になる時点とした。測定項目は濁度、pH、水温、濁質のゼータ電位及びろ層各深さ方向の損失水頭分布である。

3 実験結果及び考察

(1)原水pHの影響: ALT比0.04の薬注量条件においては、原水のpHの相違により粉末活性炭のゼータ電位は図1のように変化する。図2は単層ろ過による各pHにおけるろ水濁度の経時変化である。ろ過継続24時間まではろ水濁度が2mg/l以下であり、高いpH領域 (pH7-10) ではろ水濁度が高く、低いpH領域 (pH4-6) でより良好なろ水が得られた。pH4-6の場合には、濁質粒子のゼータ電位が凝集臨界ゼータ電位の範囲に入り、濁質粒子とろ材表面の間に相互吸引力が作用するために、低いろ水濁度を示すと考えられる。また、原水pHと砂層各深さにおける平均濁度残留率との関係を図3に示す。各pHにおいて粉末活性炭のほとんど砂層表面0-10cmに抑留され、中下層部の抑留量は少ない。通常の浄水処理を行う中性pH領域では砂層全体を有効に利用できないという抑留分布はカオリンに類似する。

なお、図4は総損失水頭に及ぼす原水pHの影響であり、一般の凝集操作で用いられ最適pH7付近での総損失水頭の発生がきわめて早く、ろ水濁度も高くなり、ろ過による固液分離としては最適ではない。これに対し

て、pH4-6領域はpHの増加に伴い総損失水頭が増加するが、pH7より大きくなく、特にpH6ではろ過初期での粉末活性炭のリークもなく安定したろ水が得られる。砂層内

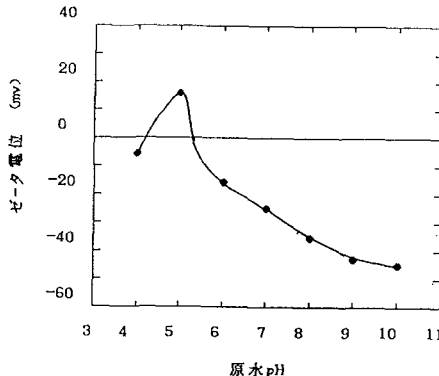


図1 ゼータ電位に及ぼす原水pHの影響

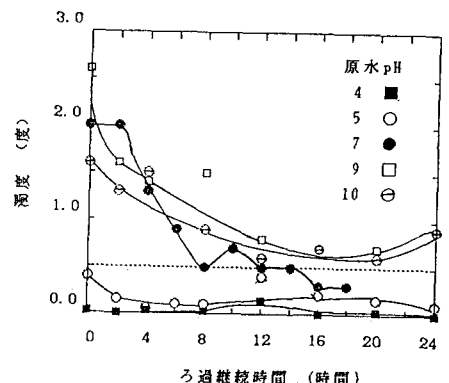


図2 ろ水濁度の経時変化

の濁質抑留現象における主な物理・化学的相互作用（界面電気的中和、van der Waalsの吸引力と不溶解性水酸化アルミニウムによる架橋作用、ふり作用等）は原水pHに伴って変化し、濁質の抑留と損失水頭発生パターンに影響を及ぼす。角田⁽²⁾は濁質抑留モデルを(1)沈澱型、(2)被覆型、(3)閉塞型と3つの抑留型とし各原水pHにおける砂層内の濁質抑留現象について説明した。本実験では原水pH4は主に被覆型、pH5-7は主に閉塞型となり、pH4-7までは角田の行ったカオリン濁質の結果とほぼ一致する。また、pH8-10でもカオリン濁質の場合損失水頭の発現も大きく、ろ水濁度は安定し低い。本実験では、pH10の場合ろ水濁度若干上昇するが損失水頭の発現は減少し、カオリンの凝集ろ過と異なる結果を得た。この時粉末活性炭のマイクロフロックのゼータ電位は-45.0mVであり、凝集からみると非凝集領域にあり、アルミニウムは負に荷電する $Al(OH)_4^-$ が主として存在する。濁質とろ材表面との間には電気的反発力により砂層内にフロックが形成されず、濁質が抑留できないはずである。しかしながら、図2に示すように濁質がほとんど抑留され、2度以下のろ水濁度が得られており、凝集とは異なる固液分離機構であると言える。このような抑留現象は電気的結合力及び架橋作用によらず、主に機械的抑止による沈澱型と考えられる。なお、この抑留型は角田の閉塞型の結果と異なっている。

(2) ろ層構成の影響：図5は原水pH7と6場合におけるアンスラサイトによる複層ろ過と砂単層ろ過とのろ水濁度の経時変化で、両者のろ水濁度の差異はあまりみられない。なお、図6に示すように粉末活性炭濁質がほとんど砂層表面0-20cmに抑留され、しかも図4に示すように砂単層ろ過のような総損失水頭の急な増加はない。それゆえ、原水pHの変動にかかわらず、アンスラサイト複層ろ過を用いた場合は砂単層ろ過より砂層全体を有効に利用でき、ろ過継続時間を長くできる。

参考文献 (1)Eric D. : Jour. Sani. Engr., Vo. 92, pp. 61 (2)角田：水道協会雑誌, No. 486, pp. 2

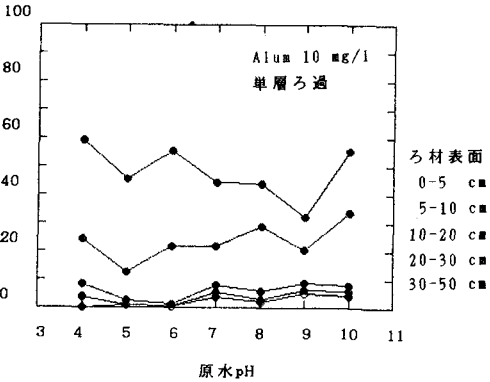


図3 原水pHと砂層各深さにおける平均濁度
残留率との関係

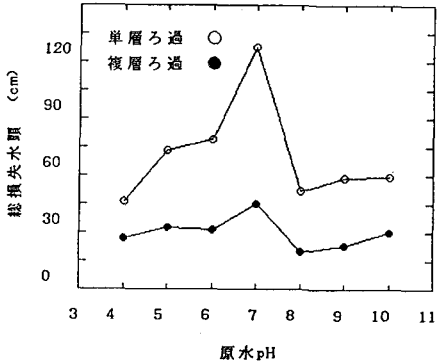


図4 総損失水頭に及ぼす原水pHの影響

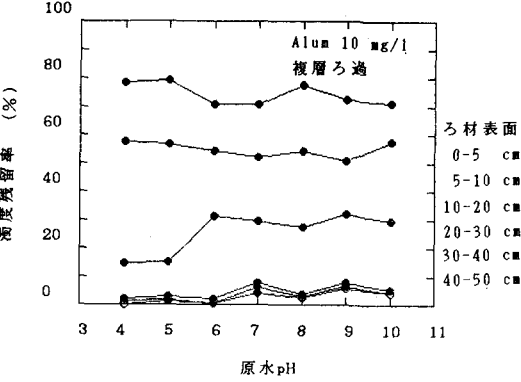


図6 原水pHと砂層各深さにおける平均濁度
残留率との関係

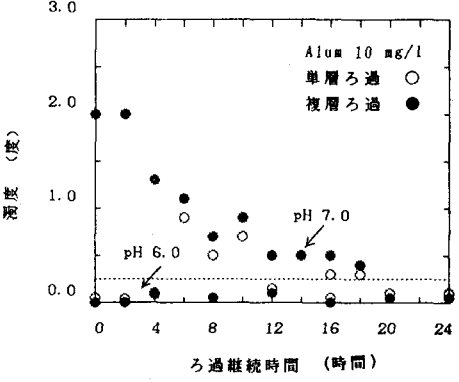


図5 ろ水濁度の経時変化