

近畿大学 正会員 武田 慎治 近畿大学 学生会員 ○太田 朋良

近畿大学 正会員 篠原 紀

1. はじめに

Bohart-Adams 式は、吸着理論に関する研究で導かれたものであり、粒状活性炭吸着カラムの設計に応用されている。A.M.Saatci は、吸着とろ過は、類似の数学的理論式を有していることを見出し、深層ろ過においても Bohart-Adams 式が適用可能であるとしている。¹⁾ Bohart-Adams 式を用いることが可能ならば、小面積かつ薄い層厚のパイロットフィルターの実験からろ過池設計に必要な諸条件を求めることができる。²⁾

本研究では、Bohart-Adams 式を砂ろ過に適応することを試み、ろ過閉塞に伴う濁水流出の予測を行った。

2. 実験条件および方法

図-1に実験装置の概略図を示す。本研究では、直接ろ過方式を採用し、ろ過速度 150m/day および 250m/day の定速ろ過とした。ろ過筒には、透明アクリル製の内径 10cm のものを使用し、ろ層構成はろ過砂のみの単層とした。原水はカオリン懸濁液を用い、凝集剤に硫酸アルミニウム (ALUM) を使用した。実験条件を表-1に示す。

表-1 実験条件

Run No.	ろ層厚 (cm)	ろ過速度 (m/day)	原 水		ろ過砂構成	
			設定SS濃度 (mg/ℓ)	凝集剤注入量 (ppm)	均等係数	有効径 (mm)
1	20,30,40,60	250	25	5	0.7	1.4
2	20,30,40,60	250	50	5	0.7	1.4
3	10,20,30	250	25	5	0.7	1.2
4	10,20,30	250	25	5	0.7	1.7
5	10,20,30,40	150	25	5	0.7	1.4
6	10,20,30	250	25	5	1.2	1.4
7	10,20,30	250	25	5	0.9	1.4

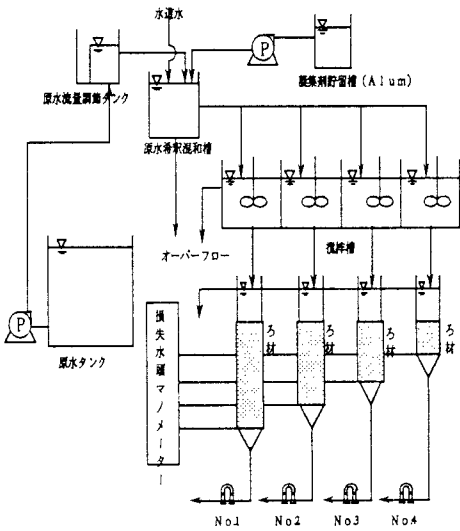


図-1 実験装置

3. 実験結果および考察

1) Bohart-Adams 式¹⁾

吸着現象を表す Bohart-Adams 式は次式で示される。

$$-\ln\left(\frac{C_0}{C}-1\right)=-\frac{kxN_{\max}}{v}+kC_0t \quad \cdots \cdots (1)$$

t:ろ過時間 (h) x:ろ層厚 (m) v:ろ過速度 (m/h) $N_{\max}$:最大抑留量係数 (g/m³)
k:抑留速度係数 (m³/g・h) C:ろ過流出水濃度 (mg/ℓ) C_0 :ろ過流入水濃度 (mg/ℓ)

2) BDST 法¹⁾

BDST 法 (Bed Depth Service Time method) の式形は、(1) 式より、

$$t=\frac{N_{\max}}{C_0v}\cdot x-\frac{\ln(C_0/C-1)}{kC_0} \quad \cdots \cdots (2)$$

と表すことができ、ろ層厚 x とろ過時間 t は直線関係にあり、傾き $\frac{N_{\max}}{C_0v}$ 、切片 $-\frac{\ln(C_0/C-1)}{kC_0}$ であることを示している。

図-2に実験結果をもとにろ過時間 t とろ層厚 x の関係を示す。各実験ともろ過時間 t とろ層厚 x は直線関係にあり、(2)式の条件を満たしている。このときろ過時間 $t=0$ のときのろ層厚 x_0 は、その実験条件下において懸濁物を除去できる最低限のろ層厚ということになり(2)式より次式で示される。

$$x_0 = \frac{v}{kN_{\max}} \ln \left(\frac{C_0}{C} - 1 \right) \quad \dots \dots (3)$$

この式から除去率90%を得るための最低ろ層厚を求めると Run.1 : 3.78cm, Run.2 : 8.16cm, Run.3 : 11.01cm

となる。ろ過速度またはろ過流入水濃度が大きくなれば最低ろ層厚は、大きくなる傾向にある。

3) Logit 法による濁水流出予測³⁾

Logit とは、logistical unit の短縮形であり、Logit C/C_0 は C/C_0 の関数である。(1)式の左辺を変形すると、

$$\text{Logit } C/C_0 = -\ln(C_0/C - 1) = -\frac{kxN_{\max}}{v} + kC_0t \quad \dots \dots (4)$$

となる。Logit C/C_0 とろ過時間 t は直線関係にあり、傾きを $a=kC_0$ 、切片を $b=-kN_{\max}/v$ とおくと実験による濁水流出データから $kN_{\max}$ を算出できる。 $kN_{\max}$ および平均ろ過流入水濃度 C_0 を(4)式に代入することによりろ層厚が異なる場合の濁水流出の予測を行うことができる。

図-3に Run.1の実験結果から得られた Logit C/C_0 とろ過時間 t の関係を示す。Logit C/C_0 は時間の経過とともにある値に漸近する結果となり、直線関係を示さなかった。そのため予測するにあたっては、濁水流出が始まって3点までの直線により $kN_{\max}$ を算出した。図-4にろ層厚20cm および30cmからの60cmの濁水流出の予測値と実測値との比較を示す。20cmから予測を行うよりも30cmから予測を行ったほうが実測値により近づく結果となった。

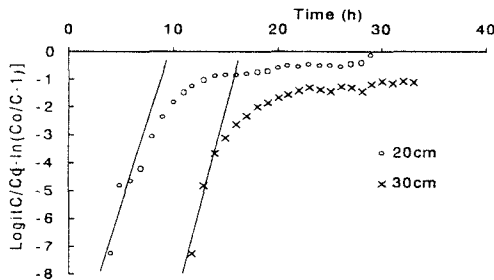


図-3 Logit C/C_0 とろ過時間の関係

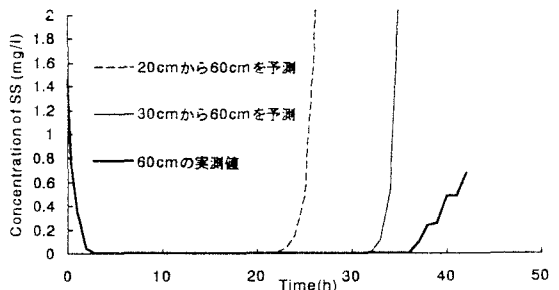


図-4 濁水流出予測

4. まとめ

パイロットフィルターの実験からどの条件においてもろ過時間 t とろ層厚 x は、直線関係にあり Bohart-Adams 式に適合することがわかった。ろ層厚の異なる2筒以上の実験結果から BDST 法により最低ろ層厚 x_0 を算出することができ、ろ過池設計の上で重要なファクターとなると思われる。

Logit法による濁水流出予測を行った結果、濁水の流出が始まる時間は実測値に近い値が得られた。しかし実験から得られた Logit C/C_0 とろ過時間 t は直線関係にならず、 $kN_{\max}$ の算出には再検討が必要である。

【参考文献】

- 1) A.M.Saatci : Application of adsorption methods to filtration., Doctoral disseration, Iowa State Univ., Ames, Iowa (1979)
- 2) 篠原, 村岡 : BDST 法によるろ過池の設計, 第42回全国水道研究発表会 (1991.5)
- 3) 武田, 篠原 : 吸着理論式を用いたろ過のろ水水質の予測, 近畿大学理工学部研究報告 No.30 (1994)