

VII-98

定流量膜分離浄水ろ過における差圧変化の予測の試み

武蔵工業大学 学 ○今泉 賢一*

武蔵工業大学 正 綾 日出教**

1. はじめに

近年、自治体をはじめとした膜分離を導入した浄水処理の実用化が始まった。膜分離法は利点を多く有する反面、問題点も有する。その問題点の一つとして膜の閉塞が挙げられる。膜に閉塞が生じると、一定の処理水を得るためにろ過差圧の上昇が余儀なくされ、運転上およびコスト上に影響が及んでくる。そこで、ある程度のろ過差圧変化の予測が必要となる。

本研究では、ろ過差圧の変化について、圧力とろ過抵抗および圧縮指数の関係を利用して、定流量膜ろ過を行うパイロットプラントデータとの同定を試みた。

2. 基礎実験概要

原水に多摩川下流部表流水を用い、ポンプにより直径 75mm の MF 膜を用いた平膜モジュール(図 1)へと移送し、真空吸引による定圧ろ過を行った。ろ過差圧は 6.6, 13.3, 33.3 および 66.6kPa の 4 種類である。水温、透過水量を測定した。実験装置概要図を図 2 に示す。

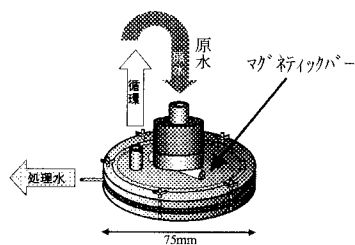


図1 膜モジュール形状

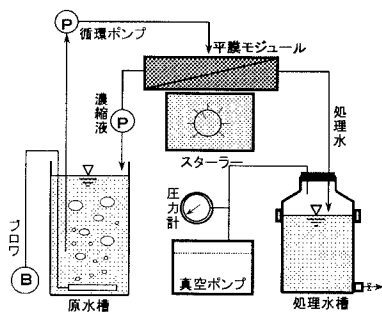


図2 実験装置概要図

3. 基礎式について

3.1 透過流束の式

透過流束は次式で表される。

$$J = \frac{P}{\mu R} \quad (1)$$

ただし、J：透過流束(m/day)、R：ろ過抵抗(1/m)

P：圧力(Pa)、μ：粘性係数(Pa·day) とする。

3.2 ろ過抵抗とろ過圧力の式

基礎実験結果より、ろ過抵抗とろ過圧力の関係は図3のように表され、次式(2)で示される。

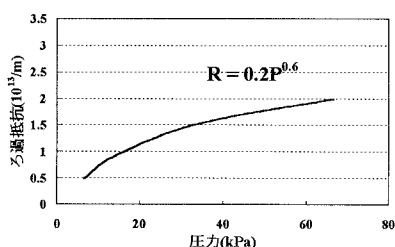


図3 ろ過抵抗とろ過圧力の関係

$$R = \beta P^n \quad (2)$$

ただし、β：単位差圧あたり堆積濁質抵抗(1/m/Paⁿ)

n：圧縮指数(-) とする。

圧縮指数nは圧縮性の大きさをあらわす。

ここでβは単位差圧あたり堆積濁質抵抗と定義した。

3.3 βの式

基礎実験より、ろ過抵抗を縦軸とした累積透過流束との関係は、閉塞が生じるまで直線的に増加する¹⁾。例として、ろ過差圧 6.6kPa 系のものを図4に示す。

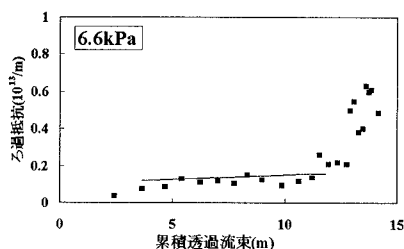


図4 累積透過流束とろ過抵抗の関係

Keywords：差圧変化，ろ過抵抗，圧縮指数

* 武蔵工業大学工学研究科土木工学専攻 (〒158 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL03-3703-3111)

** 工博 武蔵工業大学教授 (同上)

これより β は累積透過流束に依存すると考えられ、(3) 式で示した。累積透過流束を(4)式に示す。ここで a を単位差圧あたり堆積濁質抵抗係数と定義した。

$$\beta = aJ_R + \beta_0 \quad (3)$$

$$J_R = \int_0^t J dt \quad (4)$$

ただし、 $t=0$ の時 $\beta = \beta_0$ と定義した。

J_R : 累積透過流束(m), a : 単位差圧あたり堆積濁質抵抗係数($1/\text{m}/\text{Pa}^n/\text{day}$) t : 時間(day) とする。

以上の4式を用いて定流量ろ過の差圧変化について計算を行った。

4. 使用した実測値(パイロットプラントデータ)について

実測値として比較に用いたデータは、定流量ろ過を行っているパイロットプラントのものであり、その簡単な概要を表1、表2に示す。

表1 パイロットプラント(1)の概要

水源	T川表流水
膜ろ過法	限外ろ過法
膜材質	酢酸セルロース
膜の構造	中空系

表2 パイロットプラント(2)の概要

水源	E川表流水
膜ろ過法	限外ろ過法
膜材質	ポリアクリロニトリル
膜の構造	中空系

5. 計算に用いた設定値と操作条件について

実測値と合うように設定値を定め、計算に用いた。その数値を表3、表4に示す。ここで、設定値は圧縮指数 n 、 a および β_0 である。水温は25度とした。

表3 計算に用いた設定値と操作条件(1)

$n(-)$	0.8
$a(10^5/\text{m}/\text{Pa}^n/\text{day})$	5.5
$\beta_0(10^8/\text{m}/\text{Pa}^n)$	3.2
$J(\text{m}/\text{day})$	1.4
初期差圧(kPa)	48

表4 計算に用いた設定値と操作条件(2)

$n(-)$	0.8
$a(10^5/\text{m}/\text{Pa}^n/\text{day})$	6.3
$\beta_0(10^8/\text{m}/\text{Pa}^n)$	3.9
$J(\text{m}/\text{day})$	1.9
初期差圧(kPa)	25

6. 実測値と計算結果の比較

計算値とパイロットプラントデータ(1)のろ過差圧の変化を比較したものを図5に、データ(2)のものを図6に示す。

両図から明らかなように、計算値が実測データと同様の傾向を示すことができた。

パイロットプラントデータ(1)において圧縮指数 n は0.8、データ(2)においても0.8とこれら原水の濁質の圧縮性は高いことが分った。

実測値と計算値と若干のずれが見られるが、この原因として逆流洗浄などの運転状況の違いや、水温による粘性の影響が考えられる。

7. おわりに

計算値と実測値と同様の傾向を示すことができた。圧縮指数 n 、 a および β_0 などの設定値が求まれば、差圧変化の推測が可能になると思われる。

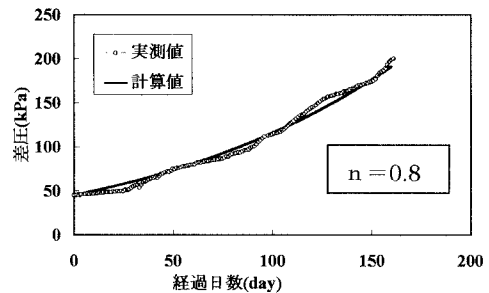


図5 ろ過差圧変化

(計算値およびパイロットプラントデータ(1))

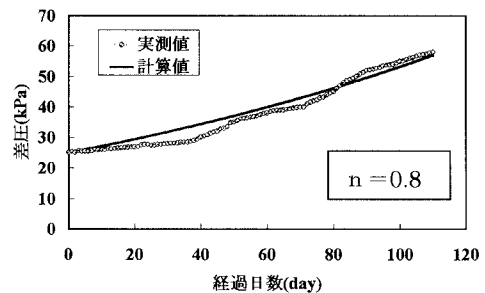


図6 ろ過差圧変化

(計算値およびパイロットプラントデータ(2))

(参考文献) 1) 今泉, 綾: 膜分離における粉末活性炭添加の効果, 第48回全国水道研究発表会講演集(4-75), 1997