直接ろ過に及ぼす急速撹拌条件の影響に関する基礎的研究

北見工業大学　フェロー　海老江　邦　雄　　学生員　張　　一　憲
学生員　○山　田　直　之　　学生員　東　　義　洋

1. まえがき　クリプト原虫などの流出事故が契機となって、地下水、伏流水などの低濁原水を処理していた浄水場において、直接ろ過法への切り変えが検討されている。その場合、粒子の分離効率を向上させるために、凝集剤を多量に注入する従来の方法を採用すればろ過池の短時間閉塞、ろ過水中へのアルミニウム漏出量の増加などの問題を引き起こす。そこで、凝集剤注入率を抑制した直接ろ過法を採用するとともに凝集撹拌条件（G値、T値）をも改善することにより、初期漏出濁度および損失水頭発生量がいかに抑制されるかなど、処理性の向上について基礎的に検討した結果を報告する。

2. 実　　験　図1は、今回用いた直接ろ過システム採用のろ過装置である。今回用いた直接ろ過システム採用のろ過ろ過筒の断面積は約 52cm^2、その内部に珪砂を（有効径 0.61mm、均等係数 1.39、比重 2.60）厚さ 60cm(空隙率 44.3%)に充填した。原水として北見工業大学水道水（深井戸水）にカオリン1mg/L を注入したものを用いた。PAC 注入率は 1、3、5mg/L、急速撹拌条件として強度(G)150、450、750s^{-1}、時間(T)1、5、10 分間を採用した。ろ過速度 120m/d で 18 時間のろ過を行った。濁度は微粒子アナライザー付き高感度濁時計で測定した。なお、初期漏出時間については、ろ過水濁度 0.1mg/L（クリプトの暫定指針）を下回るまでの時間と定めた。

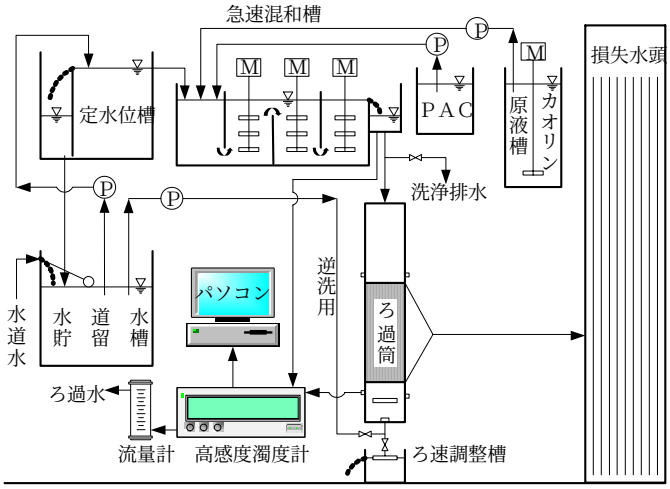

図1　直接ろ過実験装置の概要

表1　従来の急速撹拌による処理性と損失水頭

PAC (mg/L)	初期漏出期 ピーク濁度 (mg/L)	初期漏出期 時間 (min)	安定期濁度 (mg/L)	ろ過 18 時間損失水頭 (cm)
1	0.433	108	0.017	5.1
3	0.132 (69.5)	21 (80.6)	0.002 (88.2)	25.2 (4.9 倍)
5	0.091 (79.0)	— (—)	0.002 (88.2)	42.1 (8.3 倍)

（注）括弧内は改善率(%)

3. 実験結果と考察

1) 従来の撹拌条件における処理性　表1は、G値150s^{-1}、T値 1min で PAC 注入率を順次増加させた場合の処理性を示す。同表から、ピーク濁度が 0.1mg/L を下回る注入率は5mg/L であった。また、注入率の増加に伴い、初期漏出時間および安定期の濁度は大幅に改善されているが、損失水頭は、注入率 1mg/L を基準にすると、3mg/L の場合には 4.9、5mg/L の場合には 8.3 倍となり、大幅に増加している。すなわち、ろ過による粒子分離効率を向上させるための注入率増加は、ろ過池の短時間閉塞を招くことを意味する。そこで、初期漏出時間および安定期濁度の抑制は勿論のこと、ろ過時間の延長をも図るべく、凝集撹拌強度Gと時間Tについて検討した。

2) T値が処理性に及ぼす影響　図 2 は、G値 150s^{-1} 下でT値 1、5、10min におけるろ過水濁度の動きを示している。同図より、いずれの注入率においても、T値を 1 から5min にするとピーク濁度は低下し、初期漏出時間は短くなっている。さらに、T値を 10min に上昇させた場合、ピーク濁度が上昇し、初期漏出時間が長くなっている。このことは、必要以上に長い撹拌を行うとフロックは劣化し、ろ過池を通過する粒子が増加することを意味する。

表2に示した安定期（9～18時間）における流出粒子数についても同じ傾向が認められる。すなわち、注入率1mg/L

キーワード：G 値、T値、直接ろ過、凝集剤注入法、損失水頭
連　絡　先：〒090-8507　北見市公園町 165 番地　北見工業大学　TEL 0157-24-9501　FAX 0157-23-9408

下でT値1、5、10minと増加させた場合、0.5～1μmの粒子数は、17933、7283、17085個/mL、1～3μmは844、261、558個/mLとなり、T値5minで最少となっている。他の注入率においても同様の傾向であった。以上の結果、低濁原水の直接ろ過における最適T値は5min近辺にあると判断され、損失水頭に関してもT値を1から5minにすることにより改善（PAC1mg/Lの場合、5.1→3.4cm、同5mg/Lの場合、42.1→27.0cm）することができた。

3) G値が処理性に及ぼす影響　図3は、この結果に基づき、T値を 5min に設定して、G値を 150、450、750s^{-1} へと変動させた場合の濁度の動きを示している。同図より、いずれの注入率においても、G値の上昇に伴いピーク濁度および安定期濁度が低下している点が注目される。特に、ピーク濁度の改善は著しく、G値を 150 から 750s^{-1} に高めると、ピーク濁度は 50%近くも低下している。さらに、損失水頭は 27.8%（27.0→19.5cm）改善された。このように、T 値とG値とを適正化(750s^{-1}、T値 5min)することによって、大きな改善が成し遂げられた。

4) 撹拌条件の改善　表3は、従来の撹拌条件(G値 150s^{-1}、T値1min)と今回の実験における最適撹拌条件(G値750s^{-1}、T値5min)とにおける処理性を比較したものである。同表において、まず注入率 5mg/L の場合を比較すると、前者より後者の方がピーク濁度は 47.3%（0.091→0.048mg/L）改善され、損失水頭についても 53.7%（42.1→19.5cm）抑制されている。また、最適撹拌条件において注入率 3mg/L とした場合にも、従来の撹拌条件で 5mg/L とした場合の処理性を上回り、損失水頭に関しては 85.5%（42.1→6.1cm）の大幅な改善が図られた。このことは、撹拌条件を最適化することにより、従来よりも少ない凝集剤注入率で処理性が良好となり、ろ過時間が大幅に延長することを意味している。

4. ま と め　直接ろ過における凝集剤注入率および撹拌条件(T値、G値)は、初期漏出期のピーク濁度、ピーク時間および損失水頭に大きく影響すること、また、撹拌条件を最適化すれば、少ない注入率で良好な処理が得られ、ろ過時間を大幅に延長させうることを明らかにした。

参 考 文 献

1) 海老江　邦 雄･渋 谷　真 祐：直接砂ろ過における初期漏出濁度の抑制に関する研究、水道協会雑誌、第63巻、第8号（第719号）、pp.10～20、（1994.8.）

2) Y. Matsui, A. Yuasa, Y. Furuya and T. Kamei : Dynamic analysis of coagulation with alum and PACl, Journal of AWWA, Vol.10, No.10, pp.96～106, Oct.1998

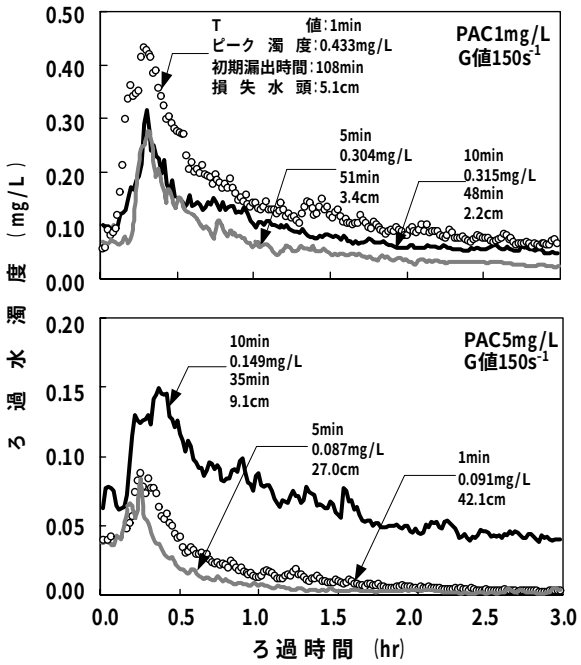

図2　T値変化に伴うろ過水濁度の動き

表2　安定期におけるろ過水中の微粒子数の動き
（ＰＡＣ注入率１mg/Ｌ、Ｇ値 150s^{-1} の場合）

T値 (min)	安定期における微粒子数（個/mL）			
	0.5～1.0	1.0～3.0	3.0～7.0	7.0 以上
1	17,933	844	53	0
5	7,283	261	7	0
10	17,085	558	28	0

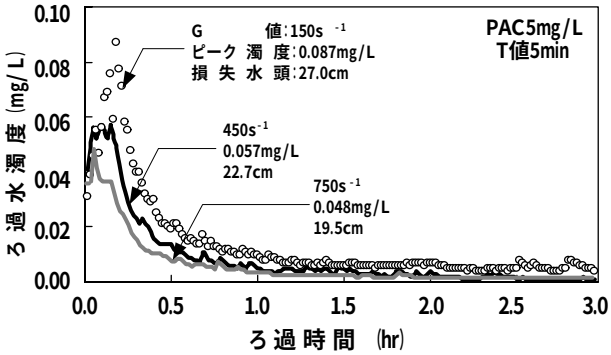

図3　G値変化に伴うろ過水濁度の動き

表3　最適撹拌条件による処理性改善

撹拌条件	PAC (mg/L)	ピーク濁度 (mg/L)	安定期濁度 (mg/L)	ろ過18時間損失水頭 (cm)
G:150s^{-1} T:1min	5	0.091	0.002	42.1
G:750s^{-1} T:5min	3	0.064 (39.7)	0.001 (50.0)	6.1 (85.5)
	5	0.048 (47.3)	0.001 (50.0)	19.5 (53.7)

（注）括弧内は改善率(%)