

소규모 하수 재이용을 위한 디스크필터의 처리 효율 증진에 관한 연구

최낙철¹ · 김봉주² · 박성용³ · 박형우³ · 이성재⁴ · 박천영^{2*}

¹서울대학교 지역시스템공학과

²조선대학교 에너지자원공학과

³(주)이씨엘

⁴(주)에이이

Enhancement of Discfilter Removal Efficiency for Small-scale Wastewater Reclamation

Nag-Choul Choi¹ · Bong-Ju Kim² · Seong-Yong Park³ · Hyeong-U Park³
Sung-Jae Lee⁴ · Cheon-Young Park^{2*}

¹Department of Rural Systems Engineering / Research Institute for Agriculture and Life Sciences,
Seoul National University, Seoul, Korea

²Department of Energy and Resource Engineering, Chosun University, Gwang-ju, Korea

³ECL Corporation, Seoul, Korea

⁴AE Corporation, Seoul, Korea

ABSTRACT

The aim of this study was to enhance of the Discfilter process (maximum treatment capacity - 500 ton/day) removal efficiency for small-scale wastewater reclamation under various influent wastewater conditions (with / without coagulation process, coagulant content and temperature). The result of chemical resistance test for fiber filter in the Discfilter that weight loss was obtained with 0.535% under pH 3, 0.092% under pH 9 and 0.028% under 10% NaClO. The removal efficiency test of Discfilter process on the with / without coagulation process showed that with coagulation process condition was occurred COD_{Mn} of 42.26 ± 0.61, BOD₅ of 88.72 ± 0.44, T-P of 84.67 ± 0.72 and SS of 90.58 ± 0.61. The removal efficiency of Discfilter process on the coagulant content (4.5, 5.0 and 5.0 mL/min) and temperature (< 10°C, 10°C ~ 20°C and > 20°C) conditions were increased as coagulant content and temperature increased. This study demonstrated the potential application of Discfilter process for small-scale wastewater reclamation.

Key words : Wastewater reclamation, Discfilter, Coagulation, Temperature, Removal

1. 서 론

하수 재이용이란 가뭄 등의 이상기후상황에서도 연중 일정한 수량을 유지하는 특성을 가진 하수를 이용하여 사용 용도에 맞게 재이용하는 것을 뜻하며, 사용 용도는 조경등의 농업용수, 하천 유지용수, 공업용수, 도시재이용수 및 지하수충전 등 다양하여 제2의 수자원으로 활용될 수 있으며, 오염원의 하천 유출을 사전에 예방함으로써 최종적으로는 수질오염총량관리의 효과도 증대시킬 수 있을

것으로 예상된다. 하수처리수 재이용을 위하여 대부분의 하수처리장에서는 미생물의 유기물 분해와 플록의 침전을 바탕으로 한 표준활성오니법 적용하고 있으나 미생물의 생장에 영향을 받는 동질기 조건과 유입 처리수내 영양염류의 증가 등의 유입하수의 성상에 따라 처리수질이 변화가 심하고, 이로 인하여 하천내 오염물질 유입에 따른 하천 부영양화 등의 2차 오염을 야기시킬 수 있다. 현재 하수재이용을 위하여 적용 가능한 공법중 기존의 하수처리장공정과의 호환성과 경제적인 시설투자 등을 고려하였을

*Corresponding author : cybpark@chosun.ac.kr

Received : 2015. 5. 4 Reviewed : 2015. 6. 24 Accepted : 2015. 8. 4

Discussion until : 2015. 10. 31

때, 막여과 시스템이 적당하나 하수내 부유물질 등에 의한 막오염(Membrane Fouling)이라는 단점을 해결해야 한다. 디스크필터(Discfilter)는 중력식 디스크 여과형식으로 좁은 장소에 설치 가능하며, 소비전력이 적고, 전처리로 응집공정을 적용시 하수내 용존된 인(phosphorus) 등을 효과적으로 처리 가능하여 국내외 하수처리시설에 많이 적용되고 있다. 국내에는 가좌하수처리장(20,000 ton/day)과 평택/평성하수처리장(10,000 ton/day)등 여러 하수처리장에 적용되고 있다. 하지만 하수처리장으로부터 방류되는 처리수를 이용하여 안정적인 하수처리수의 생산, 재이용수의 생산단가 절감, 안정적인 처리효율 유지 및 낮은 유지관리비용을 위한 유입 처리수특성에 따른 운전 효율성 증진 방안을 모색하여야 한다. 국내에서는 디스크필터에 대한 운전 평가 및 운전 영향인자에 관한 연구가 일부 연구자들에 의하여 수행되었다. Kim et al.(2012)은 총인시설(강원도 소재)에 적용되어있는 디스크필터의 운전조건 평가를 위하여 디스크필터 공정의 전처리 시설인 급속혼화지에 PAC와 Alum등의 응집제 주입조건에 따른 플럭성장을 통하여 인제거 효율에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과 응집제 주입량이 증가함에 따라 플럭의 크기가 증가되었으며, 응집플럭성장측정장치(iPDA, EcoNovel company)를 이용하여 유입 원수의 특성에 따라 조정해야 경제적인 운전조건이 된다고 하였다. Park et al.(2006)은 적은 면적에서 단일공정으로 부유물질제거 효과가 좋은 디스크필터 장점을 이용하여 선박평형수(Ballast water)내 존재하는 입자상 오염물질과 일정크기 이상의 동식물성 플랑크톤을 제거하기 위한 디스크필터공정과 살균공정을 결합한 복합처리시스템을 개발하여 적용하였다.

따라서 본 연구는 소규모 하수처리장으로부터 재이용수 생산목적으로 하수처리 공정중 방류되는 처리수를 디스크필터장치를 이용하여 처리하는 것이다. 이를 위하여 디스크필터내 섬유사필터를 제조하고 제거특성을 분석하고, 디스크필터공정의 효율성을 증대시키기 위하여 응집제 투입 조건 및 유입 처리수의 온도에 따른 디스크필터의 제거특성을 파악하여 최적의 운전조건을 도출하는 것이다.

2. 실험장치 및 공정

2.1. 실험공정 및 처리수 특성

운전대상 유입수는 경기도 광주시 오폐수에 위치한 오폐 하수처리장의 2차 침전지 처리수를 펌프를 이용하여 본 실험공정으로 직접 유입시켰다(Fig. 1). 오폐하수처리장은 16,000 ton/day의 시설용량규모로 산화구법과 생물막

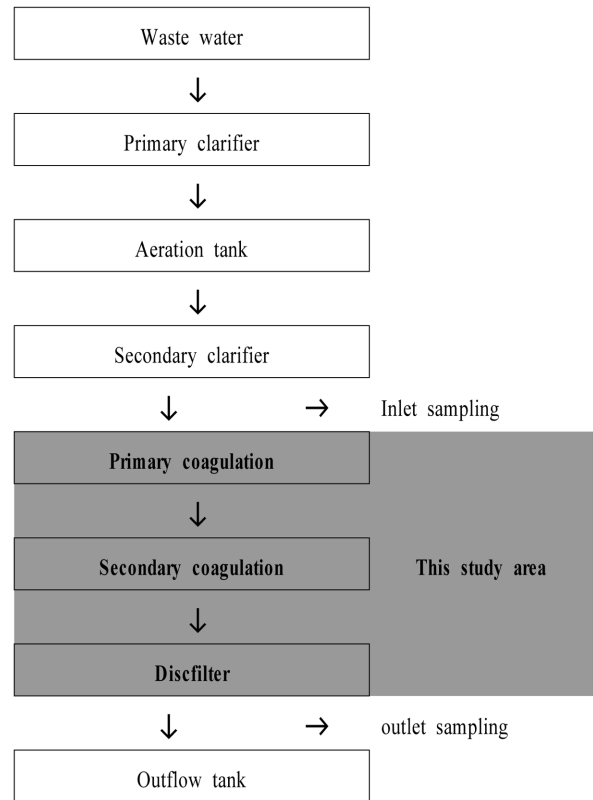


Fig. 1. Flow chart of discfilter process.

Table 1. Characteristics of influent wastewater (treated wastewater from secondary clarifier)

Elements	Concentration (mg/L, n = 112)		
	Min.	Max.	Mean
BOD ₅	4.6	23.4	10.0
COD _{Mn}	6.0	16.9	10.5
T-P	0.09	1.50	0.45
SS	8.0	34.0	18.8
pH	6.5	7.1	6.8
Temperature (°C)	5.5	22.5	14.2

여과법을 이용하여 하수 처리하고 있으며, Kang et al. (2005)에 의하여 분석된 유입하수의 성상은 평균 177.0 mg/L의 BOD₅, 245.4 mg/L의 COD_{CR}, 34.1 mg/L의 TN, 1.8 mg/L의 PO₄⁻³-P, 174 mg/L as CaCO₃의 Alkalinity 및 7.4의 pH이었다. 본 연구를 위하여 총 10개월 (2010.10.~ 2011.07., 10개월간) 동안의 매일 정시에 10분 여과, 2분 역세(역세수량 9ton/day) 조건으로 공정 운전하였으며, 이때의 실험공정내 유입수(2차 침전지 처리수)의 특성은 Table 1과 같다.



Fig. 2. The photograph of discfilter system in this study.

2.2. 전처리 공정

전처리 공정으로 적용된 응집장치는 디스크필터장치로 처리수가 유입 되기전 처리수내 부유물질과 용존 인의 플록 형성을 위한 공정으로 응집제의 교반 활성화와 균일한 응집제 분산을 위하여 프로펠러 형태의 교반기를 사용하였다. 본 연구에 사용된 응집공정장치는 STS 304 재질의 각 탱크 형식으로 구성되어 있으며, 장치 체류시간은 1차 응집조에서 2.9 min, 2차 응집조에서 11.3 min이다.

2.3. 디스크필터 공정

디스크 필터공정은 유입 처리수를 디스크 외부에서 내부로 통과시킴에 따라 중력여과되어 유입처리수내 존재하는 부유물질을 처리하는 공정이며, 처리수내 용존되어 있는 인 등의 오염물질 처리를 위하여 전처리로 응집공정을 적용하면 처리효율을 증대시킬수 있다. 본 연구에 사용된 디스크 필터의 규격은 1 m(가로) × 1 m(세로) × 0.1 m(두께)의 사각형태이며, 처리수에 대하여 기기의 표면 부식을 방지하기 위하여 재질은 STS 304로 설계 제작되었다. 디스크 필터 공정장치는 디스크필터 2기가 병렬로 구성하였고, 최대 처리 용량은 500 ton/day이다(Fig. 2).

2.4. 섬유사 필터 내화학적성 및 처리효율 실험

디스크필터에 사용된 섬유사 필터는 폴리프로필렌, 폴리에스터 재질의 미세 섬유사 바닥면에 pile 직조 형태의 15 mm 두께를 가지고 있으며, 융점은 256.8°C이다. 적용된 유입 처리수에 의하여 섬유사 조직 변형등 손상여부를 파악하기 위하여 처리수 유입조건별 섬유사 필터의 내화학적실험을 수행하였다. 섬유사 필터의 부유물질 처리 특성을 파악하기 위하여 오폐 하수처리장의 2차 침전지 처리수를 이용하여 섬유사 필터의 부유물질 처리효율 결과를 입도별(최소 1 μm ~ 최대 100 μm)로 분류하였다.

2.5. 디스크필터공정 처리 효율 실험

유입 처리수 유형(응집제 투여조건별 및 유입 처리수의

온도조건별)에 따라 디스크필터공정의 부유물질과 용존 인의 제거 특성을 파악하고자 2010.10.10.부터 총 112회(매일 1회 이상)를 실제 발생하는 하수(2차 침전처리된 하수)를 이용하여 디스크필터공정의 처리효율 실험을 수행하였다. 응집제는 경제성이 높고, 대부분의 탁질에 유효한 Alum 계열의 폴리염화알루미늄(PAC)을 적용하였다. 액체 자체가 가수분해되어 중합체로 되어 있는 폴리염화알루미늄은 일반적으로 황산알루미늄보다 응집성이 우수하고, 적정주입 pH의 범위가 넓으며 알칼리도의 저해가 적다는 장점을 가지고 있다(Ryu et al., 2010). 폴리염화알루미늄의 주입량은 한국 상수도협회에서 규정하는 상수도시설 유지관리 매뉴얼에 근거한 Jar-test를 통하여 5.0 mL/min (17%의 액상 폴리염화알루미늄 기준) 산정하였다. 디스크 필터 공정내 유입수와 유출수에 대하여 디지털 유량계로 수량을 측정하였으며, 공정의 처리수질을 파악하기 위하여 유입수와 유출수의 온도, pH, BOD₅, COD_{Mn}, SS, T-P를 수질오염공정시험방법에 의거하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 섬유사 필터 내화학적성 및 처리효율 실험

섬유사 필터의 내화학적성 실험은 섬유사 필터(1 cm × 1 cm × 1.5 cm)를 10%의 차아염소산나트륨용액 및 pH 3, 9의 용액에 48시간 반응시키고 난후 필터의 상대적인 질량감소 차이를 이용하는 방법으로 수행하였다(Table 2). 그 결과 pH 3인 조건에서 가장 많은 무게 감소율인 0.535%가 일어났으며, 그 외 조건에서 0.1% 미만의 무게 감소율이 일어나 본 연구에 적용되는 처리수의 pH 특성(6.5~7.1, 평균 6.8)에서는 유입 처리수에 의한 섬유사 필터의 손상에 큰 영향을 미치지 않을 것이다. 폴리프로필렌과 폴리에스터 재질로 이루어진 섬유사 필터의 오염물질 제거기작은 처리수내 오염물질을 섬유사 조직 표면의 화학적 반응에 의한 제거보다 섬유사 조직에 의한 물리적인 제거이다. 따라서 섬유사의 조직형태, 압착방법 등에

따라 섬유사 필터의 투과공극 변화가 일어나 제거능에 영향을 미친다. 본 연구에 적용되는 섬유사 필터에 대하여 수용액상의 다양한 SS 입경조건에 따른 섬유사 필터의 제거능을 파악해 본 결과를 Table 3에 나타내었다. 가장 적은 입경 조건(1 μm)에서 SS 제거율은 62.9%로 나타났으며, 가장 큰 입경 조건(100 μm)에서 SS가 100% 제거되었다. 만약 본 연구에서 유입 처리수 대비 유출수의 SS 제거율을 90% 이상 목표시 전처리인 응집공정 후 디스크 필터공정 유입수의 평균입경이 4 μm 이상이 되어야 한다.

3.2. 디스크필터공정 처리 효율 실험

디스크 필터의 순수한 처리능을 파악하고자 응집공정으

Table 2. The result of chemical resistance experiment for fiber filter

Conditions	Filter weight (g)		Loss (%)
	Before	After	
pH 3	3.1178	3.1011	0.535
pH 9	3.2552	3.2522	0.092
10% NaClO	3.5721	3.5711	0.028

Table 3. The result of removal efficiency experiment using fiber filter under various particle diameter of suspended solids

Diameter (μm)	Suspended solids conc. (ea/L)			Removal efficiency (%)
	Inlet (A)	Outlet (B)	Removal (A-B)	
1	147,705	54,779	92,926	62.9
2	90,879	16,573	74,306	81.8
3	49,328	5,875	43,453	88.1
4	41,886	3,938	37,948	90.6
5	21,371	1,933	19,438	91.0
20	3,107	270	2,837	91.3
30	1,582	57	1,525	96.4
40	875	12	863	98.6
50	861	8	853	99.1
70	386	2	384	99.5
100	140	0	140	100.0

Table 4. The result of removal efficiency experiment using Discfilter under without pre-treatment process

Elements	Concentration (mg/L)						Removal efficiency (%)
	Inlet			Outlet			
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	
pH	6.7	7.3	7.0 ± 0.05	6.9	7.2	7.1 ± 0.03	-
COD _{Mn}	7.52	13.20	9.76 ± 0.61	6.61	11.80	8.80 ± 0.52	9.62 ± 1.43
BOD ₅	7.62	14.20	10.73 ± 0.58	2.30	8.00	4.63 ± 0.50	56.54 ± 4.13
T-P	0.28	0.82	0.44 ± 0.06	0.25	0.73	0.38 ± 0.05	13.14 ± 1.69
SS	4.60	10.50	7.44 ± 0.52	0.67	2.00	1.36 ± 0.12	81.34 ± 1.87

로 이루어진 전처리 공정내 응집제를 투입하지 않는 조건에서 처리유량 480 ton/day 규모로 처리효율실험을 실시하였다(Table 4). 디스크필터 처리수에 대한 농도를 유입 처리수와 비교한 결과, 모든 분석항목(BOD, COD, SS 및 T-P)에서 유입 처리수는 디스크 필터에 의하여 농도감소가 일어났다. 그 중 유입 처리수내 존재하는 불용해성 오염물질은 섬유사 필터의 물리적 반응(여과)으로 인하여 제거되었으며, 처리율은 SS와 BOD₅ 항목에서 각각 81.3%과 56.5%로 높게 나타났다. 하지만 COD 및 T-P는 용해성 물질로 이루어져 있어 낮은 제거율을 보였다.

3.3. 응집공정 유무에 따른 처리효율 실험

Table 5는 디스크필터공정의 제거효율 증대를 위하여 유입 처리수에 대한 5.0 mL/min의 응집제 투여한 결과를 나타낸 것이다. 응집제를 투여한 결과, 42.3%의 제거율을 보인 COD를 제외하고 84.67~90.58%의 높은 제거율을 보였다. 이는 처리수내 응집제 투여로 인하여 형성된 플러키 디스크필터내 섬유사필터 여과에 의한 것으로 판단되어진다. Fig. 3은 응집공정 유무에 따른 제거율을 비교해본 결과를 나타냈다. 특히 T-P의 경우, 응집공정이 없는

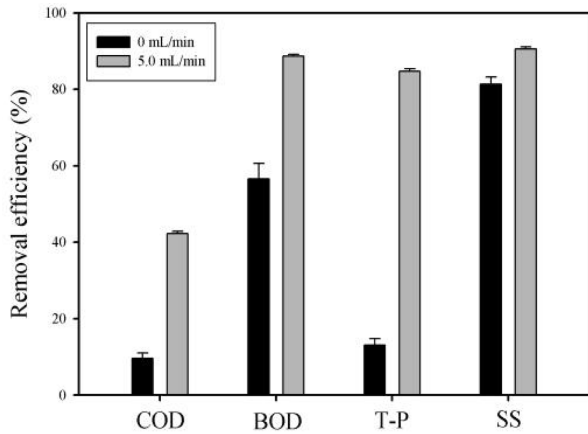


Fig. 3. The result of removal efficiency experiment of influent wastewater using Discfilter on the under with/without PAC.

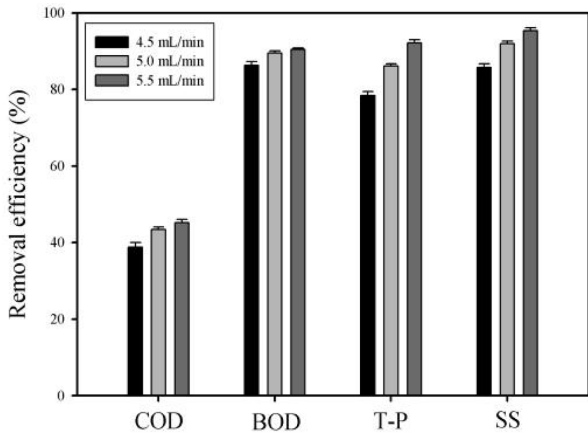


Fig. 4. The result of removal efficiency experiment of influent wastewater using Discfilter under various PAC concentrations.

조건에서 디스크 필터의 제거율이 13.14%이었으나 응집 공정이 있는 조건에서 디스크 필터의 제거율이 약 6.44배 증가된 84.67%로 나타났다. 이는 탁질내 포함되어 있는 T-P가 응집공정에 의한 플럭에 포함되어 제거되었기 때문이다(Jang et al., 2012).

3.4. 응집제 주입조건에 따른 처리효율 실험

응집제 주입조건에 따라 유입 처리수에 대한 디스크 필터공정의 제거효율 분석 결과를 Fig. 4에 정리하였다. 응집제 주입량이 4.5 mL/min에서 5.5 mL/min으로 증가할수록 모든 분석항목에서 제거율이 증가하였다. 이는 Hwang과 Cheon(2009)의 선행연구결과와 유사하게 나타났다. Hwang과 Cheon(2009)에 의하면 A₂O 공정 호기조 유출수 시료에 대하여 PAC 투입농도와 초기 T-P 농도에 따른 제거 특성을 파악한 결과, 유출수 시료의 T-P는 입자성 인(Particulate phosphorus)과 용존성 인(Dissolved phosphate)으로 구성되어 있어 입자성 인은 응집제 투입에 관계없이 약 65.9% 제거되었으나 용존성 인의 제거는 17.2%로 나타났고, 용존성 인을 제거하기 위하여 응집제 투입이 필요하다고 하였다. 또한 응집제가 용존 인의 제거효율 증가에 관건이며, 하수처리장현장에서 유입수의 T-P농도에 따라 PAC농도를 조절해야한다는 연구결과를 도출하였다. 본 연구에서 처리수의 사용 목적인 재이용수는 기본적으로 하수처리시설의 방류수질기준을 만족해야한다. 현재 환경부는 2012년부터 하천의 수질을 개선하기 위해 공공하수처리시설의 방류수수질기준을 용수사용 및 공공수역의 생태계 보전에 중점을 두고 부영양화 생성의 주요인자인 T-P(2→0.2 mg/L), BOD(10→5 mg/L) 및 COD(40→20 mg/L)에 대한 기준을 대폭 강화하였다. Table 5에서 유입 처리수의 COD, BOD, T-P 및 SS의 평균농도는 각각 10.66 mg/L, 8.59 mg/L, 0.47 mg/L 및 18.86 mg/L로 COD를 제외하고, 하수처리시설의 방류수질기준을 1.7배(BOD), 2.4배(T-P) 및 1.9배(SS) 초과한다. 하수가 만약 최대 농도 조건으로 유입될 경우, T-P의 경우 약 80% 제거가 일어나야 방류수 기준을 충족시킬수 있으며, 이때의 응집제 조건은 Jar-test 결과와 일치하는 5.0 mL/min이다.

3.5. 온도에 따른 처리효율 실험

유입 처리수의 온도에 따른 디스크 필터공정의 제거효

Table 5. The result of removal efficiency experiment using Discfilter under with pre-treatment process

Elements	Concentration (mg/L)						Removal efficiency (%)
	Inlet			Outlet			
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	
pH	6.5	7.1	6.8 ± 0.02	6.4	7.1	6.81 ± 0.02	-
COD _{Mn}	6.00	16.90	10.66 ± 0.28	3.20	10.40	6.18 ± 0.18	42.26 ± 0.61
BOD ₅	4.60	18.50	8.59 ± 0.24	0.39	2.20	0.96 ± 0.04	88.72 ± 0.44
T-P	0.09	1.11	0.47 ± 0.03	0.01	0.17	0.06 ± 0.00	84.67 ± 0.72
SS	8.00	34.00	18.86 ± 0.66	0.10	5.50	1.85 ± 0.15	90.58 ± 0.61

Table 6. The result of removal efficiency experiment using Discfilter under various temperature conditions of influent wastewater (PAC Concentration = 5 mL/min)

Elements	Removal efficiency (%)								
	< 10°C			10°C~20°C			> 20°C		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
COD _{Mn}	34.69	44.97	37.60 ± 1.89	37.68	47.14	44.17 ± 0.56	32.67	56.34	43.65 ± 1.50
BOD ₅	80.77	90.70	85.08 ± 1.64	81.16	95.24	89.71 ± 0.73	85.94	94.23	90.98 ± 0.53
T-P	78.26	84.21	81.11 ± 0.99	80.00	95.45	87.24 ± 0.98	81.82	90.91	86.60 ± 0.63
SS	83.69	90.00	86.94 ± 1.21	82.48	97.33	91.85 ± 0.95	88.75	97.33	93.90 ± 0.67

을 실험하기 위하여 10월~7월까지 공정 운영시 매일 유입 처리수의 온도를 측정하였다. 실험결과, 유입 처리수의 온도가 증가됨에 따라 모든 분석항목에서 제거율이 증가되었으며, 상대적으로 유입 처리수 온도가 낮은 조건(10°C 이하)에서 모든 분석항목이 하수 처리수 방류기준을 달성하였다(Table 6). 유입 처리수 온도에 따라 제거율이 차이가 나는 이유는 하수처리공정에서 유입 처리수의 온도가 증가함에 따라 수화반응이 촉진되는 현상과 입자들의 열운동이 증가하여 입자의 충돌빈도를 증가시키는 현상이 일어나 응집효과가 증가하기 때문이다. 또한 상대적으로 유입 처리수의 온도가 낮은 겨울철에는 수화반응이 느리므로 응집이 잘 일어나지 않는다. Han et al.(2012)은 동절기 수온의 저하에 따른 생물학적 공정을 개선시키기 위하여 다양한 구성의 운전조건 통하여 수질개선 증대 방안을 도출한 결과, 기존 공정(무산소조 1개, 호기조 4개)을 호기조 1개, 무산소조 1개, 호기조 3개로 수정함에 따라 질소 7%과 유기물 9.2% 처리효율이 개선되었다. 하지만 처리효율을 증진시키기 위하여 미생물 농도를 하수처리장 설계농도(3,500 ppm)보다 약 1.7배 많은 5,970 ppm로 증가시킴으로써 질소제거율이 17.4% 개선되었으며, 체류시간(HRT)을 8시간에서 10시간으로 증가시켰을 경우 유기물은 3.2%, 질소는 2.6%의 처리효율이 개선되었다. 만약 하수처리수의 재이용수로 이용할 경우, 재이용수의 연속적이고 안정적인 수량 공급이 중요하나 동절기에 수온 하강에 따른 생물반응기로부터 슬러지 유출, 이로 인하여 분리막 등의 연계공정에 대한 막오염(Membrane fouling)등의 문제점 발생 및 동절기 하수처리장 처리효율 유지를 위한 운영 부하량 증가 등의 문제점이 발생할 수 있다. 하지만 본 연구에서 적용된 디스크 필터공정의 경우, 동절기에 운영한 결과, 디스크 필터공정 처리수는 유입 처리수의 온도에 관계없이 모든 분석항목에서 방류수 기준을 달성하여 재이용수로 활용 가능하다고 판단되어진다.

4. 결 론

하수 재이용을 위한 하수처리장내 유입 처리수에 대하여 연속여과처리가 가능하고 경제적인 디스크필터공정을 적용하고, 유입 처리수의 처리효율을 증가시키기 위하여 응집공정을 결합함으로써 처리 효율성 증진 방안 모색에 관한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

디스크필터장치에 사용되는 섬유사 필터는 SS의 입경 조건 1 μm에서 제거율이 62.9%이었으며, 100 μm에서 100% 제거되었다. 디스크 필터의 순수한 처리능은 SS와 BOD 항목에서 각각 81.3%과 56.5%로 나타났으나 COD 및 T-P는 용해성 물질로 이루어져 있어 낮은 제거율을 보였다. 디스크필터공정의 응집제 투여한 결과, COD를 제외하고 84.67~90.58%의 높은 제거율을 보여 응집공정에서 생성되는 플러이 디스크필터공정을 이용한 하수처리에 중요한 역할을 하였다. 유입 처리수의 온도에 따른 처리 효율 실험결과, 유입 처리수의 온도가 증가됨에 따라 제거율이 증가되었으며, 처리수는 유입 처리수의 온도에 관계없이 모든 분석항목에서 방류수 기준을 달성하여 재이용수로 활용 가능하다고 판단되어진다. 본 연구결과에 의하면 디스크필터공정은 하수처리 및 이를 이용한 용수 확보에 적합한 기술로 판단되어지며, 이와 관련된 지속적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

사 사

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2014년도 중소기업기술혁신개발사업(과제번호: S2226248)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

References

Hwang, E. and Cheon, H., 2009, High-rate phosphorous
J. Soil Groundw. Environ. Vol. 20(4), p. 66~72, 2015

removal by PAC (Poly Aluminum Chloride) coagulation of A2O effluent, *Korean Soc. Environ. Eng.*, **31**(8), 673-678.

Jang, Y., Kang, D., Kim, K., Im, H., Hwang, C., Kim, M., and Shin, H., 2012, Removal of phosphorus and NOM in wastewater effluent using EjectorBAF System, *J. Korean Soc. water Environ.*, **28**(4), 505-511.

Kang, G.Y., Jung, D.G., and Lee, S.J., 2005, A Study on the treatment of municipal wastewater by spiral fixed-film bioreactor, *KSEE symposium*, 97-101.

Kim, Y., Kwak, J., and Moon, C., 2012, Evaluation of Coagulation Process using iPDA System for Discfilter Process in Waste-

water Treatment Plant, *KSWE symposium*, 257.

Park, S.H., Lim, J.D., and Kim, I.S., 2006, A Study on the Ballast water Treatment using an Automatic Backwashing Filter, *KSEE symposium*, 985-991.

Ryu, J., Oh, J., and Lee, K., 2010, Saturation curves for chemical coagulation of wastewater treatment, *J. Korea Soc. Water Wastewater*, **24**(5), 537-548.

Han, M., Choi, G., Lee, J., and Lee, M., 2012, Improvement of the biological process against advanced water quality standard in winter season, *Korea water resources association proceeding*, 478.