

고속합성섬유필터를 이용한 하수처리장 수질개선에 관한 연구

고 웅⁺ · 박기수^{*} · 김영철^{**}

^{*}(주)에코앤디·(주)우원이엔지

^{**}한서대학교 환경·토목·건축학과

Upgrading of the Effluent from Municipal Wastewater Treatment Plant by High-Rate Synthetic Fiber Filter

Woong Ko⁺ · Kisoo Park^{*} · Youngchul Kim^{**}

Eco&D, Korea

**WOOWONENG, Korea*

***Dept. of Environmental, Civil and Architectural Engineering, Hanseo University, Korea*

(Received : 14 October 2025, Revised : 06 November 2025, Accepted : 06 November 2025)

요약

본 연구에서는 합성섬유 고속필터를 적용한 하수처리장의 2차 처리수의 수질향상이나 고도처리를 위한 후속 막 처리공정의 전처리 시설로의 적용성을 검토하였다. 4mm의 폴리에틸렌 재질 내심에 1,100 데니아 폴리에틸렌 다섬사를 엮어 만든 고정상 이중 나선 로프형 여재를 사용하였으며, 3개소의 하수처리장 2차 처리수를 모의원수로 사용하였다. 여과보조제를 주입하지 않고 모의원수를 고속필터에 유입시킨 결과 미생물 플럭으로 여과현상이 표면에 집중되면서 급속히 수두손실이 진행되었지만 미생물 플럭이 제공하는 강력한 부착력 때문에 여과수의 탁도는 큰 변화를 보이지 않았다. 여과실험을 수행한 필터의 세척효율에 대한 평가를 실시한 결과 필터내부의 급격한 압력변화에 대해 장점으로 작용했던 부착력이 세척시 단점으로 작용하여 빈약한 세척효율을 나타내었다. 또한, 초고속 세척에 따른 여재의 간극이 줄어드는 원인이 있는 것으로 판단된다. 이에, 하수처리장 처리수의 수질개선이나 전처리를 고속섬유필터로 처리하고자 할 경우 세척효율을 달성할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 속필터, 막여과, 세척효율, 2차 처리수

Abstract

In this study, the applicability of a synthetic fiber rapid filter was examined for polishing the secondary effluent from wastewater treatment plants or as a pre-treatment facility for subsequent membrane treatment processes. The filter media used was a fixed-bed double-helix rope-type medium composed of a 4mm polyethylene core entwined with 1,100 denier polyethylene multi-filament yarn. Secondary effluent from three wastewater treatment plants was used as simulated feed water. When the simulated water was fed into the rapid filter without any coagulant aid, filtration was concentrated on the surface due to microbial floc, resulting in a rapid increase in head loss. However, the turbidity of the filtered water remained relatively stable because of the strong adhesion provided by the microbial floc. An evaluation of the filter's cleaning efficiency revealed that the same adhesion, which had been advantageous during filtration, acted as a disadvantage during cleaning, leading to poor backwashing efficiency. This was presumed to be due to the narrowing of the media's interstitial spaces caused by high-speed cleaning. Therefore, in order to use rapid fiber filters for improving the quality of effluent or for pretreatment in wastewater treatment applications, it is necessary to explore solutions that can enhance backwashing efficiency.

Key words : backwashing efficiency, membrane, secondary effluent, synthetic fiber rapid filter

*To whom correspondence should be addressed.

Department of Environmental Engineering, Hanseo University, Korea

E-mail : nakowoong@hanmail.net

• **Woong Ko** Eco&D, Korea(nakowoong@hanmail.net)

• **Kisoo Park** WOOWONENG, Korea(parkkks3507@nate.com)

• **Youngchul Kim** Dept. of Environmental, Civil and Architectural Engineering, Hanseo University, Korea(ykim@hanseo.ac.kr)



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

여과(Filtration)는 물로부터 입자상 물질을 제거하고자 할 때 적용되는 가장 기초적이면서 일반적인 처리공정 중의 하나이다.(Carroll et al., 2022). 여과란 입자상 물질을 포함하고 있는 물을 다공성 매체(Porous medium)를 통과시킴으로써 고형물 입자를 제거하는 공정으로 정의할 수 있다.(Nicolaisen, 2002)

여과효율은 처리하고자 하는 원수의 탁도 농도, 여과속도, 운전방법, 여과에 적용되는 여재의 특성에 의해 결정되며, 과거 수십년 동안 다양한 형태의 여재에 관하여 수많은 연구가 수행되었다.(Kang & Shah, 1997; Ciach & Gradon, 1996)

섬유는 오염된 유체내의 부유물질이 쉽게 부착되고 탈리될 수 있는 특징을 가지고 있어 섬유를 활용한 여재는 탁도와 부유물질을 제거하는데 효과적이다.

섬유여재는 대기오염분야에서 배출가스에 함유된 입자상 오염물질의 여과 처리를 위해 널리 사용되어 왔으며, 최근 수처리 분야에서도 섬유여재에 관심을 갖기 시작하여 건설 사업장의 탁수, 하수처리장 2차침전지 유출수, CSOs, 비점 오염저감 등의 다양한 분야에 적용되고 있다.

섬유여재는 내마모성, 유연성, 신축성이 우수하며 내화학약품성이 크고, 변형, 썩, 곰팡이, 미생물에 저항성이 높아

안정성과 더불어 내구성이 우수하다.(Koh et al., 2005). 또한 재질이 다양하여 구조적 변형 및 직조가 가능하므로 다양한 공극의 크기 및 공극율을 조절하고 고속여과 조건에서도 역류용량의 확보가 가능한 장점이 있으며, 고속으로 운전되기 때문에 단위시간당 처리수량이 크고 시설설치에 필요한 부지면적이 작아 경제적이다.

수처리에서는 섬유를 이용한 여과에 대한 연구 자료가 미흡하고 분리막 여과와 마찬가지로 막힘 현상이 자주 발생하는 단점이 있기 때문에 지속적인 연구가 필요하다.(Guerra, 2014). 이러한 단점을 극복하기 위해 최근 수처리 산업에서 합성섬유가 새로운 여재로 연구 및 개발되고 있다. 국내 업계에서는 폴리프로필렌 및 나일론 필터 시스템을 개발 운영하였으며, 일본에서는 폴리아미드를 이용한 라인형태의 섬유여재를 개발하였다.

또한, 섬유여재를 이용한 물 재생 및 도시하수처리(Liu et al., 2006; Tanaka et al., 2010), 여과속도 및 여과인자에 대한 여과성능 분석(Lee, 2010), 벤토나이트를 이용한 인공원수를 고속섬유여과장치로 처리하는 연구(Guerra, 2013) 등이 수행되었다.

합성섬유는 가격이 저렴하고 내구성이 좋아 환경적인 영향이 적은 나일론(nylon), 스판덱스(spandex), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리에스터(polyester), 아크릴 섬유(acrylic), 레이온(rayon:

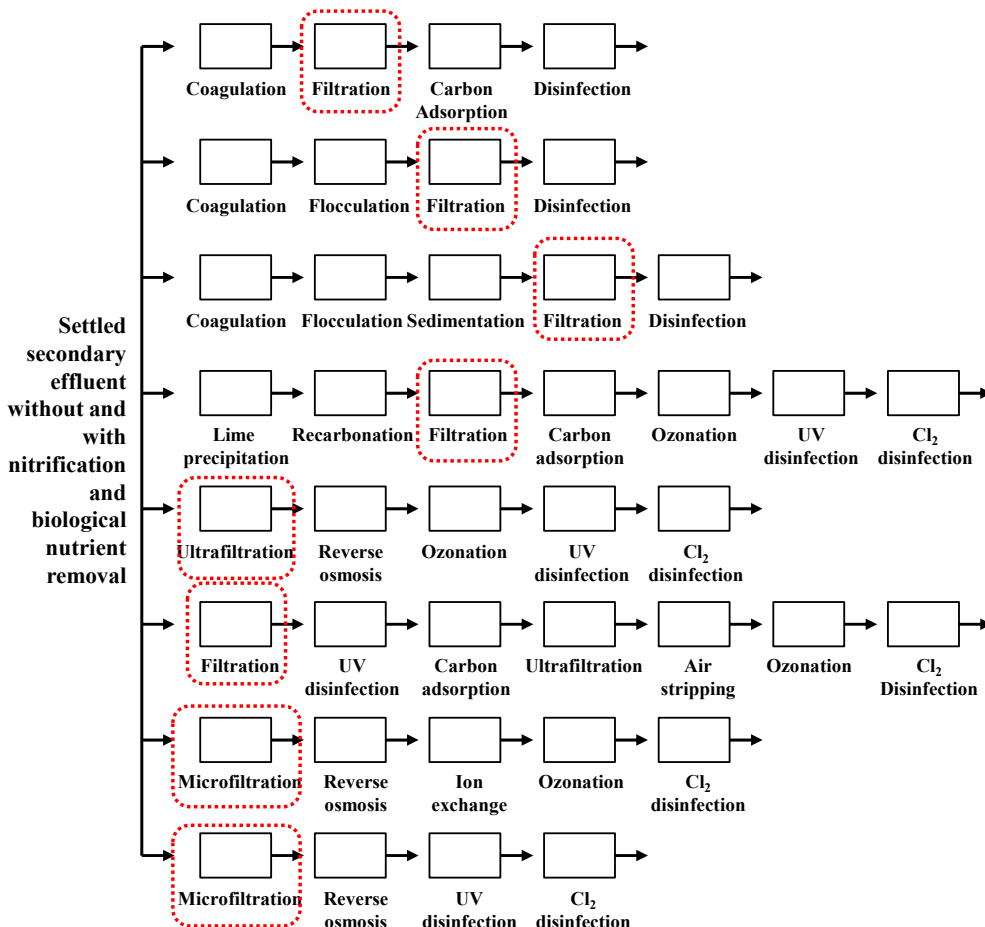


Fig. 1. Typical process flow diagrams for wastewater treatment employing advanced treatment processes with settled secondary(Park, 2016).

재생섬유) 등의 재질을 사용하는 섬유여재가 있다.

합성섬유의 종류에 따른 물리적 성질은 다양하며 강도, 신도, 견습 강도비, 루프강도, 매듭강도, 탄성계수 등의 물리적 특성을 고려하여 여재섬유를 선택할 수 있다.

섬유여재는 경량 고강도로, 내구성, 내약품성이 좋고 비교적 저가의 제품을 얻을 수 있기 때문에 수처리에 있어서는 상수도처리와 하수도처리까지 폭넓은 분야에 사용되고 있다.

최근 하수처리장의 2차 처리수가 배출되는 하천, 호수 등의 공공수역의 수질관리가 중요시 되고 있다. Fig. 1에는 하수처리장 2차 침전지 유출수를 고도처리 전처리 공정에 섬유여재를 사용할 방안을 구상하였다.

본 연구에서는 합성섬유 고속필터를 적용한 하수처리장의 2차 처리수의 수질향상(polishing)이나 고도처리를 위한 후속 Membrane 처리공정의 전처리 시설로의 적용성을 검토하였다.

하수처리시설은 과도한 초기투자비용과 넓은 부지를 사용해야하는 문제점이 있기 때문에 고속여과필터는 후속공정에 추가적인 부지를 필요로 하지 않는다는 점에서 바람직하다. 또한, 운전비용 및 복잡한 운영조작도 단순하고 하수처리지점 방류지점에 설치가 용이하고 하수처리시설의 경우 방류수의 수질이 일정하게 유지되어야 하므로 부유물질의 제거에 용이한 여과형태의 처리방법이 적절하다.

2. 연구방법 및 재료

2.1 실험장치의 구성

본 연구에 사용된 실험 장치는 아크릴로 제작된 실험실규모의 여과장치로 Fig. 2(a)에 나타내었다. 여과장치의 구성은 유입탱크, 세척탱크, 여과부로 구성되어있다. 유입탱크와 세척탱크는 1m³ 크기의 일체형 구조로 제작하였으며 내부에 아크릴 벽을 설치하여 유입탱크와 세척탱크를 분리하였다.

유입탱크는 0.7m³ 규모이며 수증펌프와 지름 2cm의 PVC 파이프를 연결하여 유입원수를 여과부에 공급하였다. 유입속도 조절을 위해 PVC파이프 중간에 볼밸브를 설치하였고 입자상 물질의 침전을 방지하기 위해 혼합장치를 설치하였다. 세척

탱크는 0.3m³ 규모로 유입탱크와 마찬가지로 수증펌프와 PVC파이프를 여과부에 연결하여 세척수를 공급하였다.

여과부는 지름 7cm, 높이 40cm의 규모의 투명 아크릴로 제작하였다(Fig. 2(b)). 상·하부에는 유입과 유출이 원활하게 이루어질 수 있도록 각각 5cm의 여유고를 두었고 중간부 30cm에 섬모상 여재를 충전하여 여과실험을 수행하였다. 상·하부 여유고와 중간부에 맞는 지점에 유공판을 설치하여 유량이 균등하게 분배될 수 있도록 설계하였다. 또한, 운전 중 내부의 손실수두를 측정하기 위해 여과부 측면에 압력계를 설치하였다.

2.2 여재 및 유입원수의 특성

본 실험에 사용된 여재는 4mm의 폴리에틸렌 재질 내심에 1,100 데니아 폴리에틸렌 다섬사를 엮어 만든 고정상 이중 나선 로프형 여재로 선형다발 형태(line bundle shape)로 제작하였으며 여재의 표면은 (-) 성질의 전하를 띠고 있다. 직경은 약 4cm이며 공극율은 90-95%, 여재 충전밀도는 112g/L이었다.

본 연구에서 적용된 섬유가 갖는 전기적인 특성은 응집제의 주입으로 체거름 작용뿐만 아니라 침전, 충돌, 차단, 확산, 응결 등의 복합적인 여과기작이 발생하여 여과효율을 크게 향상시키며 섬유여재와 중화된 입자 사이의 부착 뿐 만 아니라 여재표면에 부착된 입자 표면에 다른 입자들이 다시 부착되는 현상, 즉 전체 여재깊이에 걸친 여과기능의 성숙과정이 핵심적인 여과현상으로 보고되고 있다(Niu et al., 2015).

본 여과장치의 특성은 여과 진행방향과 세척방향이 동일하게 하향류로 형태로 운전하였는데 그 이유는 여재의 결을 수지상(나무가지) 형태로 제조하여 하향류 물과 함께 유입되는 입자상 물질이 여재와의 충돌의 기회를 최대한 제공할 수 있도록 유도하였으며 세척시 고압의 하향류로 유입되는 세척수에 의해 수지상 여재가 수류방향으로 펼쳐지도록 함으로서 세척이 용이하게 일어나도록 고안하였다(Guerra, 2013).

Table 1에는 고속필터의 유입원수로 사용될 하수처리장(WWTP, wastewater treatment plant)의 슬러지 침전특성을

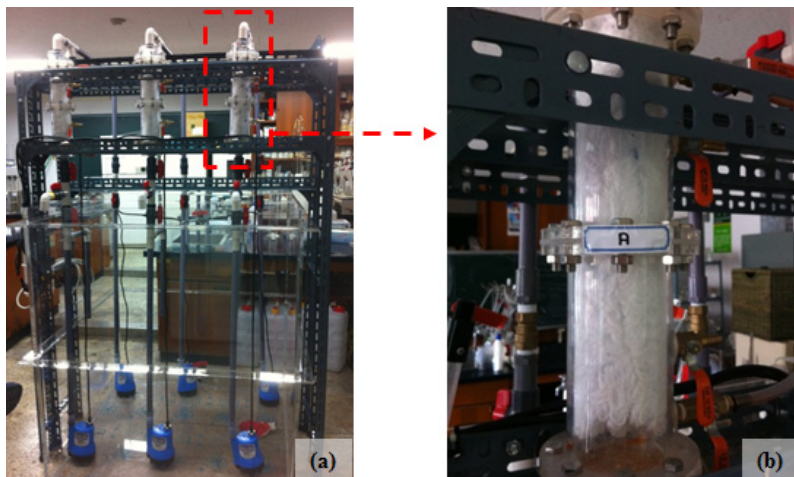


Fig. 2. Photo of the filter system and filter module

나타내었다. 슬러지의 침전성은 여과성능에도 영향을 미치므로 침전시험을 실시하였다. 고속섬유필터의 운전에 소요되는 유입수량이 막대하므로 2차 처리수는 한서대학교 인근 3개시군의 하수처리장에서 채취한 MLSS와 지하수를 혼합하여 인공적으로 제조하여 사용하였다.

고속여과의 유입원수로 사용된 생물반응조 MLSS 농도는 3개의 처리장에서 각각 3,420, 3,320, 2,540mg/L이었고 침전 시험결과 1L 실린더에서 30분 침전 후의 슬러지 부피 SV₃₀은 각각 557, 555, 325ml/L이었다.

각각의 하수처리장 SVI는 163, 168, 128ml/g이었으며 지역 침전속도는 9.7~13.8m/day의 범위를 나타내었다. 슬러지의 침전성은 대체로 정상적인 범위를 보였다.

고속필터 유입원수는 각각의 하수처리장에서 채취한 MLSS와 지하수를 혼합하여 TSS 농도 30mg/L 수준으로 제조하였다. 이때 탁도는 Table 2에 제시한 바와 같이

“A” WWTP에서 11.8NTU, “B”와 “C” WWTP에서 각각 11.5, 11.6 NTU이었다. 기존의 다른 연구(Guerra, 2014.)에 사용된 진흙입자와 비교한 경우 약 2.5 NTU가량 낮은 수치를 보였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 유입원수의 입도분포 특성

Fig. 3에는 TSS 농도 30mg/L의 황토탁수(Park, 2016)와 WWTP(wastewater treatment plant)에 따른 유입원수의 입도분석결과를 함께 제시하였다. 이와 같은 비교는 기존에 여러 가지 합성섬유 연구에 적용된 황토탁수를 구성하고 있는 입자의 특성과 하수처리장 2차 처리수의 입자특성의 차이를 비교하기 위함이다.

A와 B WWTP의 경우에는 입자의 크기가 2 μ m 이하에서는 황토탁수가 1mL 당 입자수가 많았으며 2 μ m 이상의 크기에서는 2차 처리수 모의 원수의 입자수가 많은 것으로 나타났다.

C WWTP의 경우에는 5 μ m 이하의 크기에서는 황토탁수의 입자가 많았으나 5 μ m 이상의 크기에서 하수처리장 2차 처리수 모의원수의 입자수가 많은 것으로 나타났다. 결과적으로 1mL

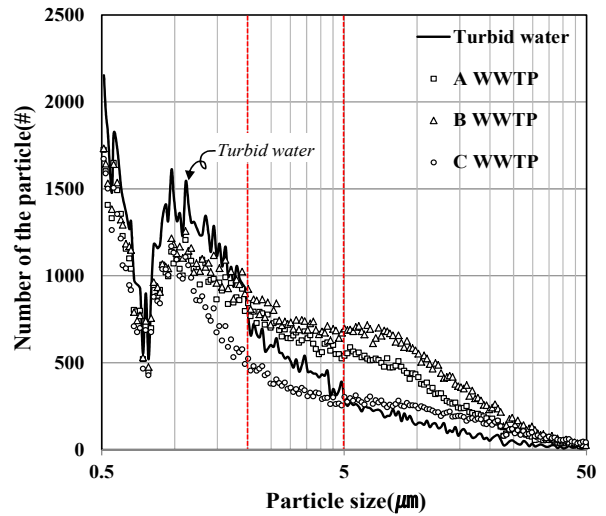


Fig. 3. Particle size distribution of the WWTP feed water and turbid water

당 미세입자의 수는 황토탁수가 많았으나 대립자는 모의원수의 입자수가 많았다.

Fig. 4에는 각각의 유입수의 누적입도분포를 나타내었다. 그림에서와 같이 황토탁수보다 하수처리장 2차 처리수를 모의한 원수의 유효경 d₁₀은 1.5~1.9, 60% 입경 d₆₀은 1.6~2.4배 정도 컸다. 균등계수는 탁수가 7, 모의원수가 7.3~9.0이었다.

3.2 하수처리장 2차침전지 유출수의 여과특성

Fig. 5에는 여과속도 1,500m/day에서 여과보조제를 주입하지 않고 운전한 WWTP 모의원수에 대한 운전결과를 비교하였다. 본 단계의 실험에서는 기존에 사용된 탁수와 비교하여(Park et al., 2015) 입자의 크기가 컸기 때문에 여과보조제를 사용하지 않고 모의원수를 직접 고속필터에 유입시켰다.

“A” WWTP의 경우 운전시간 동안 여과수의 탁도 범위는 2.1~4.1NTU 수준을 보였고 최종 손실수두는 41.0~42.5cm이었다. “B” WWTP의 여과수의 탁도범위는 1.9~4.0NTU, 최종 손실수두는 53.0~59.5cm이었다.

Table 1. Sludge Settling Characteristics used for high speed fiber filter test

Parameters	A WWTP (Seosan 1)	B WWTP (Seosan 2)	C WWTP (Deoksan)
MLSS(mg/L)	3,420	3,320	2,540
SV ₃₀ (ml/L)	557	555	325
SVI(ml/g)	163	168	128
Zone settling velocity (m/day)	9.7	9.5	13.8

Table 2. TSS and turbidity of the various feed water for fiber filter

Parameters	Clay water	A WWTP	B WWTP	C WWTP
TSS (mg/L)	29.5	28.9	30.5	28.7
Turbidity (NTU)	14.2	11.8	11.5	11.6

“C” WWTP의 경우에는 여과수의 탁도 범위는 1.4~3.1NTU, 최종 손실수두는 68.0~72.0cm로 나타났다. WWTP 유입원수의 입도분포 자료를 놓고 볼 때 입자의 크기가 작았던 “A” WWTP에서 여과수의 탁도가 가장 높고 낮은 수두손실을 보였다. 반면에 입자의 크기가 가장 큰 “C” WWTP에서 여과수의 탁도는 가장 낮고 손실수두는 가장 높은 결과가 나타났다.

한편 여과지속 시간 동안 급속한 압력손실에도 불구하고 모든 모의 원수에서 여과수의 수질은 큰 변화 없이 비교적 일정하였다.

Fig. 6에는 유입원수의 50 percentile 플렉 입경(d_{50})에 따른 여과효율(a) 및 손실수두 변화(b)를 제시하였다. d_{50} 입경의 크기가 증가할수록 여과효율은 소폭이지만 증가하였지만 손실수두(headloss)는 크게 증가하였다. 모의원수에 대한 평균

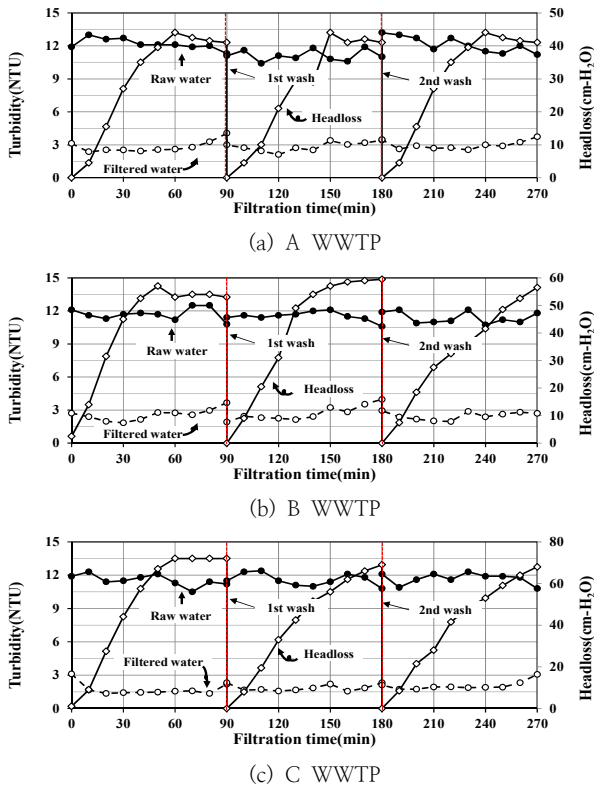


Fig. 5. Operational results obtained from high speed fiber filter with artificial WWTP effluent

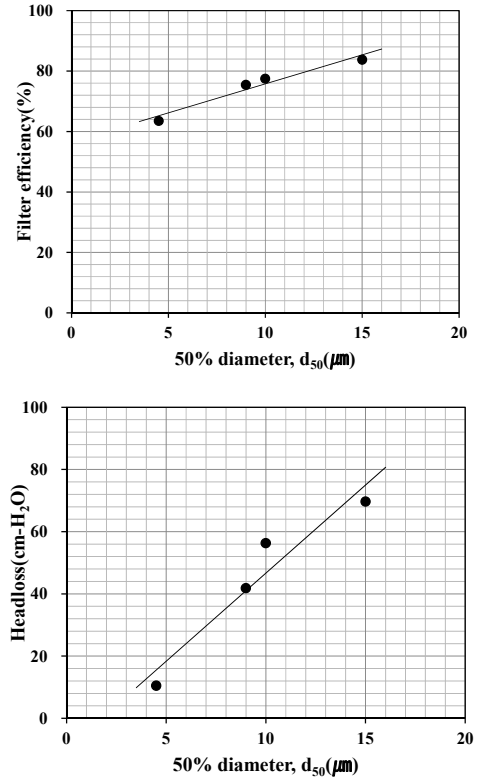


Fig. 6. Feed water particle d_{50} (mean particle size) versus filter efficiency and head loss

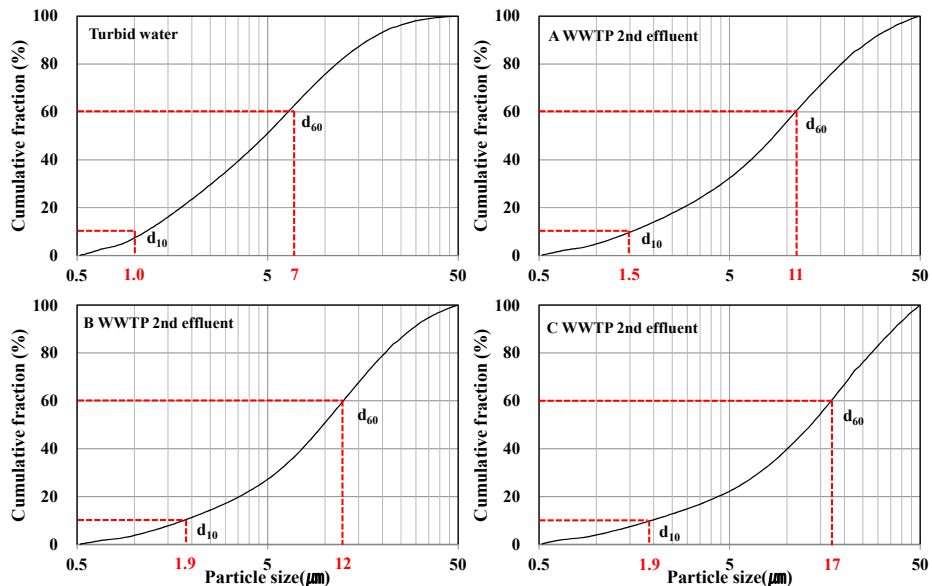


Fig. 4. Particle size distribution of the WWTP feed water and turbid water

여과효율은 78~82% 범위였다.

입경이 증가할수록 효율이 증가한 이유는 입경이 클수록 입자가 여재가 제공하는 공극이나 간극에 억류되는 체거름 현상을 통해 제거되므로 주로 여과가 필터 표면에 집중되는 양상을 보이고, 작아진 공극의 크기는 작은 입자의 제거에 유리하게 작용하게 된다.

그러나 황토탁수를 유입수로 수행한 결과와 다르게(참고문헌) 하수처리장 2차 처리수는 기본적으로 미생물 플럭으로 여과현상이 표면에 집중되면 수도손실은 급속히 진행된다. 한편 위와 같은 결과를 놓고 볼 때 하수처리장 생물반응조의 슬러지 침전성이 좋으면 고속운전 조건에서 높은 여과효율을 기대할 수 있다.

그러나 동일한 여재와 운전조건에서 황토탁수를 이용한 기존의 운전결과와는 다르게 급속한 수도손실과 훨씬 큰 수도손실에도 불구하고 여과수의 탁도는 90분 내내 큰 변화를 보이지는 않았다(Fig. 5).

3.3 공극축소와 수도손실 관계

Fig. 7에는 필터에서 공극축소와 수도손실과의 관계를 설명하였다. 여과가 진행됨에 따라 여재의 간극은 축소되며, 이에 따라 간극을 통과하는 공극유속은 증가하게 되며 이때 수도손실도 함께 증가하게 된다. 공극유속의 증가는 전단력을 증가시키게 되며 전단력이 입자와 입자, 입자와 여재에 작용하는 부착력보다 큰 상태에 도달하게 되면 억류된 입자가 탈리되어 여과수의 수질이 악화되기 시작한다.

하수처리장 2차 처리수를 모의한 운전에서 급격한 수도손실에도 여과수의 수질악화가 발생되지 않은 이유는 미생물 입자(플럭)가 제공하는 강력한 부착력 때문으로 해석된다. 이러한 부착력은 여과되는 플럭 입자 상호 뿐 만 아니라 플럭 입자와 섬유여재에도 존재하는 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서 고속필터 여재로 제안한 나일론 합사는 적어도 효율적인 측면만을 고려한다면 하수처리장 처리수의 수질개선 목적에 적합한 성질을 갖춘 것으로 판단된다.

3.4 고속필터의 세척특성

Fig. 8에는 하수처리장 처리수를 모의한 고속필터 유입수를 대상으로 여과실험을 수행한 필터의 세척효율을 제시하였다.

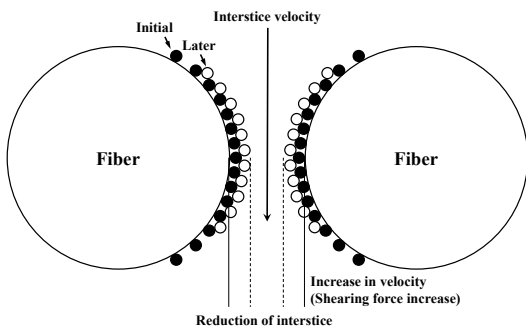


Fig. 7. Progress of the filtration with respect to pore reduction and headloss

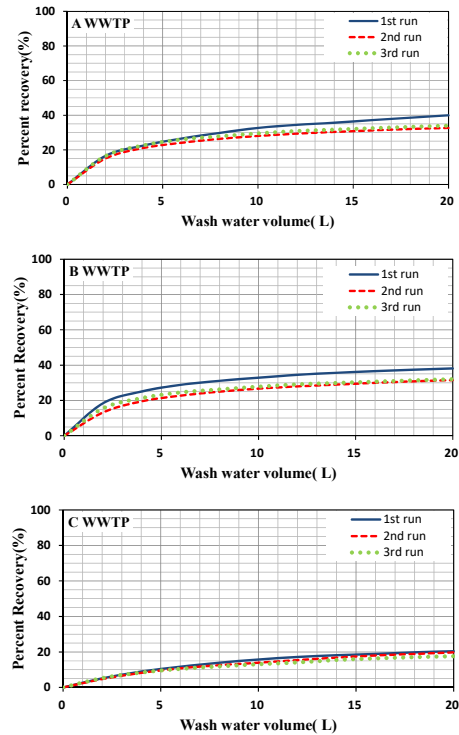


Fig. 8. Solid recovery with artificial WWTP effluent

A WWTP($d_{50} = 9\mu\text{m}$)의 경우 33~40%의 세척효율을 보였고, B WWTP ($d_{50} = 10\mu\text{m}$), C WWTP ($d_{50} = 15\mu\text{m}$)는 각각 32~38%, 18~21%로 유입수에 함유된 플럭 입자의 d_{50} 입경이 증가할수록 세척효율은 감소하였다.

Fig. 9에는 원수의 유효경(d_{50})에 따른 세척효율을 제시하였다. 입경이 $4.5\mu\text{m}$ 인 탁수의 경우 80%의 세척효율을 보였지만 입경이 $9\sim 15\mu\text{m}$ 이었던 모의원수의 세척효율은 19~36%로 극명한 차이를 보였다. 또한 Fig. 10의 그림과 같이 운전 당시 Breakthrough 후와 세척 후에 촬영한 사진에서도 분명한 차이를 나타내었다.

하수처리장 모의원수에서 매우 빈약한 세척효율을 나타낸 이유는 필터내부의 급격한 압력변화에 대해 장점으로 작용했던 부착력이 세척 시에는 단점으로 작용한 것으로 설명할 수 있다. 특히 여재와 플럭 입자 간에 존재하는 강력한 부착력은 Fig. 10에 제시한 세척 전후의 여재 모습을 살펴보면 알 수 있다.

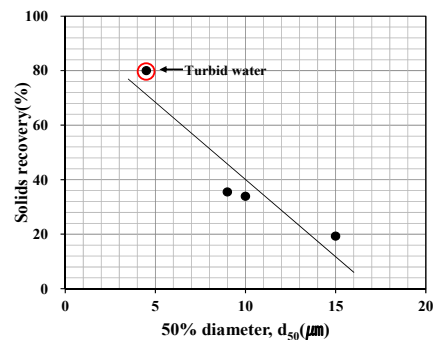


Fig. 9. Feed water particle d_{50} (mean particle size) versus solids recovery

또한 빈약한 세척효율의 원인으로 부착력 이외에도 입자의 크기와도 관련이 있었다. 탁수를 처리할 때에는 여재에 역류된 입자의 크기가 상대적으로 작아 세척시 여재의 간극 사이를 통하여 배출되고 몇몇 큰 입자들만이 여재에 잔류하게 된다.

하수처리장 처리수를 여과한 경우에는 몇몇 작은 입자들은 유출되지만 상대적으로 큰 입자의 경우 초고속의 세척력으로 인하여 여재의 간극이 더욱 줄어들어 여재와 입자상 물질이 분리되지 않고 오히려 더욱 견고하게 여재에 부착되기 때문인 것으로 판단된다.

이와 같은 결과를 놓고 볼 때 하수처리장 처리수의 수질개선이나 후속 막 처리(membrane)를 위한 전 처리를 고속섬유필터로 처리하고자 할 경우에는 특별한 세척방안이 필요할 것으로 판단된다. 여과컬럼 내부에서 세척으로는 적정 세척효율 달성이 어려우므로 여재를 여과장치로부터 분리 한 후 세척을 할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 앞서 제시한 세척방안을 구현하지는 못하였지만 (여재를 꺼내어 양동이에 세척수 5L를 채우고 여재를 손으로 흔들어 세척)으로 수행한 결과를 Fig. 11에 사진자료로 제시하였다. 고형물 회수율을 측정 분석한 결과 99%이상의 세척 효율을 달성할 수 있었다.

여재의 지속적인 여과성능을 담보하기 위해서는 적절한 수준의 여재의 세척이 이루어져야 한다. 동일한 세척방식을 적용하여도 여재의 충전밀도 및 여과 원수의 특성에 따라 세척효율이 달라질수 있다. 따라서, 하수처리장 처리수의 수질개선이나 전처리를 고속섬유필터로 처리하고자 하는 경우 일원화된 세척방식 보다 원수의 특성을 파악하고 여재의 충전밀도 등을 고려하여 적절한 세척방식을 채택하여야 한다.

4. 종합정리 및 결론

공극율이 매우 큰 나이론 합사 계열의 합성섬유 여재를 충전한 고속필터(처리속도 1500m/day 이상)에 대한 여과시험을 통해 도출된 자료를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 여과속도 및 유입원수의 농도에 따른 여과성능을 분석한 결과 여과속도와 유입원수의 농도가 증가함에 수두 손실이 증가하고 여과효율이 감소하는 일반적인 결과가 나타났다. 반면에 입자상 물질의 회수율은 여과속도가 낮을수록 회수율이 증가하였는데 여재 내부에 포획된 입자상 물질의 양이 적어 입자와 여재, 입자와 입자사이에 걸속력이 약했기 때문으로 판단된다.
- (2) 하수처리장 2차 처리수를 여과하여 고도처리 전 처리 공정의 적용성을 평가한 결과 효율적으로는 적합한 성능을 갖추고 있으나 기존의 세척방법으로는 입자상 물질의 회수가 불가능하였다. 따라서 하수처리장 처리수의 수질개선이나 전처리를 고속섬유필터로 처리하고자 하는 경우 일원화된 세척방식 보다 원수의 특성을 파악하고 여재의 충전밀도 등을 고려하여 적절한 세척방식을 채택하여야 한다.
- (3) 고속합성섬유필터를 활용한 수처리방법은 시설의 모듈화, 소형화를 통한 설치비용의 절감 및 부지확보 문제를 해결할 수 있다는 측면에서 큰 장점을 가지고 있으며, 이를 활용할수 있는 섬유여과에 대한 다양한 연구가 지속적으로 필요할 것으로 사료된다.

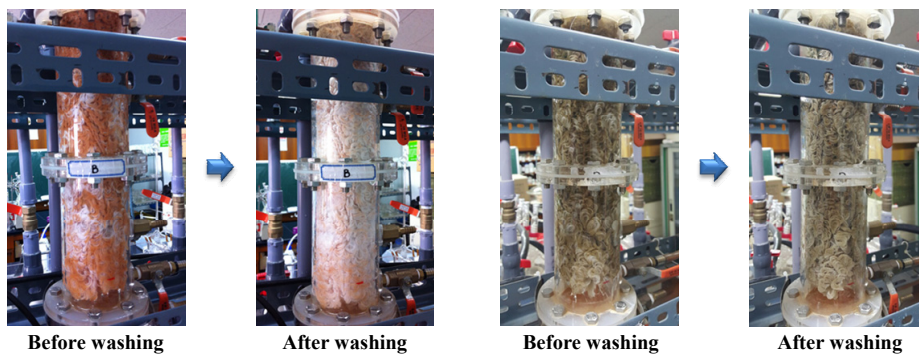


Fig. 10. Comparison between two fiber filters before and after filter washing



Fig. 11. Filter cleaning using hand washing method

References

- Carrll T., Booker N. A., and Meier-Haack, J. (2002). Polyelectrolyte-grafted microfiltration membranes to control fouling by natural organic matter in drinking water. *Journal of Membrane Science*, 203, pp. 3-13.
- Ciach T. and Gradon L. (1996). Highly Efficient Filtering Materials. *Journal of Aerosol Science*, 16(1), pp. 613-614.
- Clarck, M. M., and Howe, K. J. (2005). Filtration of lake natural organic matter: Adsorption capacity of a polypropylene microfilter. *Journal of Membrane Science*, 256, 169-175.
- Guerra H. B. (2013). High speed filtration using a highly porous fiber media for advanced and compact water treatment, Marster's Thesis, Hanseo University, Seosan, Korea.
- Guerra, H. B., Niu, S., Park, K., and Kim, Y. (2014). High-Speed Filtration Using a Highly Porous Fiber Media for Advanced and Compact Particle Removal, *Water Science & Technology: Water Supply*, 14(5) pp. 735-742.
- Kang P. K. and Shah D. O. (1997). Filtration of Nano-particles with Dimethyldioctadecylammonium Bromide Treated Microporous Polypropylene Filters. *Langmuir*, 13(6), pp. 1820-1826.
- Lee J. J., Johir M. A. H., Chinu K. H., Shon, H. K., Vigneswaran S., Kandasamy J., Kim C. W., Shaw K. (2010). Novel pre-treatment method for seawater reverse osmosis: Fiber media filtration. *Desalination*, 250, pp. 557-561.
- Niu, S., Park, K., Guerra, H. B., and Kim, Y. (2015). Experimental study on non-woven filamentous fibre micro-filter with high filtration speed, *Water Science and Technology*, 71(9), pp. 1414-1422.
- Nicolaisen B. (2002). Developments in membrane technology for water treatment. *Desalination*, 153, pp. 355-360.
- Park, K. and Cheng, J., Kim, Y. (2015). Treatment Study of the Turbid Water by High-Speed Synthetic Fiber Filter System, *Journal of Korean Society on Water Quality*, 31, 3, pp. 262-271. [Korean Literature]
- Park K. (2016). Reduction of Particulate Matter by High Speed Filter Using Synthetic. Ph. D. dissertation, Hanseo University, pp. 25-109
- Tanaka, Y., Miyajima, K., Funakosi, T., and Chida, S. (1995). Filtration of municipal sewage by ring-shaped floating plastic net media. *Water Research*, 29(5), pp. 1387-1392.