

막 공정과 SBR 공정을 결합한 SM-SBR 신공정 개발

(Development of SBR Process combined with submerged membrane)

연구기관: 한국과학기술원, 참여기업: 쌍용양회공업주식회사

신항식, 강석태, 이원태, 최동진, 주대성, 이근현

지난 1992년 범국가적 차원에서 시작된 국가선도기술개발사업(G-7사업)은 산·학·연의 많은 전문가들의 참여하에 그동안 총 292 과제를 수행, 이중 165과제를 종료하면서 산업체 기술이전 194건, 산업재산권출원 및 등록 614건, 국내·외 학술지 발표 916건, 학술회의 발표 1,940건의 성과를 올렸고 앞으로 이 사업이 종료되는 2년 후에는 훨씬 많은 성과가 예상되고 있다.

그러나 이와같은 가시적 성과보다도 환경분야의 G-7사업은 그 기술특성상 특히 우리나라와 같이 환경분야의 연구개발 풍토가 열악한 현실을 감안한다면 이 분야의 연구분위기 조성과 기술개발의욕을 크게 고취시켰다는 점에서 다른 어느분야 보다도 많은 유·무형의 연구성과를 이룩해 왔다고 하겠다.

지난 1992년부터 2001년까지 총 3,965억원을 투자하여 환경기술의 국제경쟁력 강화와 국내 환경산업의 창출 및 수출전략 사업화를 목표로 꾸준한 지원을 해온 만큼 높은 성과가 기대되고 있다.

국립환경연구원은 이러한 연구결과와 성과들을 산·학·연의 모든 환경인들에게 알려드리고 기술거래를 통하여 상용화·실용화를 촉진하고자 작년에 이어 환경기술연구개발 세미나를 개최했다. 작년 성과 세미나 이후 총 17건, 80여억원의 기술사용계약이 체결되는 성과를 거두었으며, 올해는 통합전시를 통한 시너지효과를 극대화하기 위해 지난 6월 국제환경기술전 기간에 세미나를 개최, 1천여명의 관계자들이 참석해 신기술에 주목했다.

이에 본지는 G-7환경기술 성과 내용을 연재해 환경관리인들의 업무에 참조가 되었으면 한다. <편집자 주>

기술개발요약

1960년대 후반 이후 선진국에서 하수처리장에서 유기물 뿐만 아니라 질소와 인 같은 영양물질을 제거할 수 있는 고도처리 공정을 연구, 개발하여 왔다. 이러한 고도처리 기술에 대한 연구는 미국과 남아프리카 공화국, 유럽, 일본 등을 중심으로 지속적으로 개발되어 왔으며, 각 나라에서 발생하는 하수 특성에 적합하도록 수정, 변형되어 왔다.

국내의 경우 최근 영양염류의 제거에 대한 관심이 높아지면서 새로 건설되는 중·소규모 도시의 하수처리장에 질소와 인을 제거할 수 있는 고도처리 공정을 적용하고자 하는 시도가 활발히 진행되고 있다. 그러나 국내의 대부분의 하수관거가 합류식이고, 하수관거내에서의 침전등

이 발생함으로써 하수처리장으로 유입되는 하수의 BOD가 100mg/L의 저농도인 것으로 보고되어 BOD 200mg/L 이상, C/N비 10정도로 설계된 외국 공정은 설계된 수리학적 부하에 대해 매우 낮은 유기물 부하로 말미암아 공정상 많은 문제점이 있는 것으로 보고되었다.

SBR 공정은 중, 소규모의 하수처리장에서 단일 반응기를 이용하여 유기물은 물론, 질소와 인까지도 제거할 수 있는 고도처리 공정으로, 기술이 발달한 유럽 및 미국, 호주 등에서 주로 사용되고 있다. 그러나 국내의 경우 그동안 도입된 외국기술의 실패로 말미암아 SBR공정에 대한 선입관 및 공정특성상 국산화정도가 미흡한 것 등으로 알려져 있어 기술개발 및 적용사례가 적은 형편이다. 또한 국내의 하수 특성에서 슬러지의 부상문제등이 일어나기

쉽기 때문에 추가적인 기술개발 등이 필요한 실정이다.

국내 하수에 적용하는 경우 SBR공정이 가지는 가장 큰 단점은 decanting시 미생물 및 부상물질이 유실되어 처리수의 수질을 악화시키는 요인이 된다는 것이다. 또한 decanting시의 슬러지 부상등의 현상을 제어하기 위해서 침전시간을 늘리는 방법이 사용되고 있는데, 이는 전체공정의 HRT를 증가시켜 상대적으로 SBR공정의 처리용량을 감소시키는 원인이 되고 있다. 또한, 슬러지 부상을 방지하기 위한 HRT 및 폭기시간의 조절은 SBR 전체공정을 최적으로 운전할 수 없게 하는 주요 원인이 된다.

이러한 SBR의 문제점을 극복하기 위해서 본 연구에서는 SBR안에 침전형 막을 설치하여 하수의 성상이 변화하여 SBR내부의 미생물 상태가 변하는 경우에도 안정적인 수질을 유지할 수 있게 하고자 한다. 본 연구에서는 막을 직접 반응조내에 침지시켜 흡입압에 의해 유출수를 얻는 방법인 침지형 막공정을 사용하여 얻어진 유출수질을 질소, 인 제거는 물론, 향후 중수도에도 이용이 가능한 수준으로 향상시키고자 한다. 이러한 침지형 막공정을 결합한 SBR공정은 심한 유입수 성상변화에도 능동적으로 대처가 가능하여 안정적인 처리수질을 얻을 수 있을 것으로 기대되며, SBR공정의 가장 중요한 기술상의 선결과제인 decanting방법에 대한 해결책을 따로 강구할 필요성이 없다는 장점이 있다. 또한 침지형 막공정은 기존의 막공정에 비해 낮은 에너지 소모율, 막사용연한의 연장, 장치의 간소화, 역세척 빈도의 감소 등과 같은 장점을 가지고 있다.

이러한 막과 SBR을 결합한 공정을 개발하는 경우 예상할 수 있는 문제점으로는 1) 막오염에 의한 투과수량의 감소에 따른 운전용량의 감소화 2) 기존의 운전과 다른 운전모드의 최적화라 할 수 있다.

1차년도에서는 pilot 규모의 SBR 반응기 3조와 침지형 막반응장치 1조를 운전하여 SBR에 관련된 일반적인 사항에 대한 연구와 막을 이용하여 처리수를 얻는 공정에서의 문제점에 대한 연구를 수행하였다. 이중 막면 현상에 따른 문제는 막이 직접 미생물과 접촉하는 침지형 형태이

기 때문에 생물학적인 막오염 현상에 대한 추가적인 연구를 수행하였다. 또한 반응기 운전모드를 고려한 역세방법 및 막면에서의 shear force 등의 조절을 통한 막오염 현상의 저감과 같은 공정운영상의 변형을 통하여 막오염을 최소화하는 연구도 아울러 수행하였다. 특히 생물학적인 요인에 의하여 막오염이 진행되는 경우를 정량적인 분석방법을 통하여 해석하였으며, 이를 통하여 운전중에서 운전압력은 200mmHg, 운전방법은 5분 흡입/1분역세 방법이 유효하다는 결과를 얻었으며, 생물학적 막면오염물질이 SS성분보다도 세포분비물질인 EPS(Extracellular polymeric substances)라는 것을 밝혀냈다. 특히 EPS성분중 단백질 성분이 막오염에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났으며, 이를 위해서는 과폭기에 의해 어느 정도 저감이 가능하다는 결론을 얻었다.

2차년도에서는 1차년도에서 얻어진 SBR운전결과를 이용하여 모델을 설정하고, 실측한 값과의 대조를 통해서 모델링의 변수를 결정하는 연구를 수행할 예정이다. 이를 통하여 막공정이 추가된 SBR공정의 운영에 있어 최적 운전조건을 모델을 통하여 구하는 방법으로 공정 운전 변수를 찾는 시간을 절약하고자 한다. 이를 위하여 IWA(International Water Association)에서 연구된 ASM No. 2 (Activated Sludge Model No. 2)를 개량하여 SBR공정을 모사하는데 이용하였다.

3차년도에서는 1, 2차년도에 얻어진 결과를 바탕으로 일일 처리용량 50톤 규모의 중규모 하수처리장치를 제작, 운전하여 실제 하수처리장에서의 적용을 도모할 예정이다.

또한 발생 가능한 문제점을 파악하여 해결하는 동시에, 전체 공정을 향상시킬 수 있는 연구내용을 얻고자 한다.

1. 서론

선진외국의 경우 하수처리장에서의 유기물 및 영양소 제거를 위한 고도처리 공정이 1960년대 이후 미국과 남아프리카 공화국, 유럽, 일본 등을 중심으로 지속적으로 개발되어 왔다.

미국의 경우 실용적인 기술개발을 중심으로 하여 A/O, Phostrip공정과 이의 변형들이 집중적으로 개발되고 특허화된 실정이며(EPA, 1993), 남아프리카 공화국의 경우 이론적인 측면에 입각한 연구와 기술 개발이 상당히 진척되어 있으며 UCT(University of Cape Town)공정을 중심으로 각종 고도처리공정들이 실제 하수처리장에 적용되고 있다(Wentzel et al., 1991). 또한 SBR공정은 미국을 중심으로 1980년대 초부터 새로 각광을 받기 시작하며 1984년 인디애나주 Culver에 일일 1,330톤규모의 SBR처리시설이 성공적으로 설치, 운전되었다. 또한 1991년에는 일일 57,000톤의 하수를 처리하는 대규모의 SBR처리시설이 설치되기도 하였다. 또한 EPA에서의 SBR장치가 경제성 및 처리효율면에서 매우 효과적인 영양물질 제거공정이라고 결론짓고 지속적인 투자를 계속하고 있는 실정이다. 이와 같이 개발된 대부분의 영양염류 제거공정은 각 나라의 하수특성에 맞게 개발되었다.

국내의 경우 최근 영양염류의 제거에 대한 관심이 높아지면서 중, 소규모 도시의 하수처리장에 SBR공정을 적용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 아울러 Aqua SBR, CASS공정과 같은 외국의 SBR공정을 바탕으로 한 몇몇 SBR공정이 설치중이거나 운전되고 있는 것으로 보고되었다. 그러나 국내의 대부분의 하수관거가 합류식이고, 하수관거내에서의 침전 등이 발생함으로써 Table 1과 같이 하수처리장으로 유입되는 하수의 BOD가 100mg/L의 저농도인 것으로 보고되어 BOD 200mg/L 이상의 고농도로 설계된 외국 SBR공정은 설계된 유기물 부하에 대해 매우 짧은 수리학적 체류시간으로 말미암아 낮은 처리효율을 보이는 것으로 보고되었다.

Table 1. Domestic Sewage Characteristics Compared to the Foreign Country's)

성분	단위	국외(미국)	국내	seed sewage
TCODcr	mg/L	500	250	250
BOD5		220	107	95
SS		220	114	98
TKN		40	46	45
T-P		8	6	6

또한 우기와 건기에 하수의 성상변화가 심한 국내 하수의 특성상 안정적인 처리효율을 기대하기는 매우 어려울 것으로 보여 이에 대한 추가적인 연구가 시급한 실정이다. 특히 SBR공정의 경우 반응기의 운전조건이 악화되면 슬러지의 침전성이 악화되어 유출수를 통해 미생물이 유실되는 문제가 발생하여 안정적인 영양염류의 제거가 불가능한 것으로 알려져 있다.

이와 같이 SBR공정이 가지는 가장 큰 단점은 decanting시 미생물 및 부상물질이 유실되어 처리수의 수질을 악화시키는 요인이 된다는 것이다. 또한 decanting시의 슬러지 부상등의 현상을 제어하기 위해서 침전시간을 늘리는 방법이 사용되고 있는데, 이는 전체 공정의 HRT를 증가시켜 상대적으로 SBR공정의 처리용량을 감소시키는 원인이 되고 있다. 또한 슬러지 부상을 방지하기 위한 HRT 및 폭기시간의 조절은 SBR전체공정을 최적으로 운전할 수 없게 하는 주요 원인이 된다.

SBR의 효율을 개선하기 위하여 SBR과 다른 공정과의 결합은 최근 빈번히 시도되고 있다.

특히 SBR내의 미생물의 활성 증진을 위하여 섬유 및 새로운 매디아를 이용해 생물막을 형성시켜 처리효율을 높이고자 하는 연구가 진행되고 있으며, 최근에는 순수 미생물을 담체를 이용하여 포괄 고정화시켜 특정 영양염류의 제거효율을 극대화 하고자 하는 연구도 활발히 진행되고 있다. 그러나 이와 같이 SBR내부에 활성이 높은 미생물을 고농도로 보유하고자 하는 공정은 decanting시 어느 정도의 미생물이 유실되는 단점이 있다. 또한 유입하수의 성상변화와 미생물의 활성저하로 인해 bulking이 발생하는 경우 기존의 SBR 장치와 같이 마땅한 대처방안이 없는 것으로 보고되고 있어 이에 대한 연구가 필요한 실정이다.

이러한 SBR의 문제점을 극복하기 위해서 본 연구에서는 SBR 안에 침전형 막을 설치하여 하수의 성상이 변화하여 SBR내부의 미생물 상태가 변하는 경우에도 안정적인 수질을 유지할 수 있게 하고자 한다. 본 연구에서는 막을 직

접 반응조 내에 침지시켜 흡입압에 의해 유출수를 얻는 방법인 침적형이 아닌 가압형의 막공정을 사용한 것과 대조된다고 할 수 있다.

이러한 침적형 막공정을 결합한 SBR공정은 심한 유입수 성상변화에도 능동적으로 대처가 가능하여 안정적인 처리수질을 얻을 수 있을 것으로 기대되며, SBR공정의 가장 중요한 기술상의 선결과제인 decanting방법에 대한 해결책을 따로 강구할 필요성이 없다는 장점이 있다.

또한 침적형 막공정은 기존의 막공정에 비해 낮은 에너지 소모율, 막사용연한의 연장, 장치의 간소화, 역세빈도의 감소 등과 같은 장점을 가지고 있다. 그러나 막공정과 SBR공정의 운전을 동시에 만족하는 공정을 개발하기 위해서는 많은 시간과 경제적인 노력이 뒤따를 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 SBR공정과 막공정이 결합된 모델로 개발하여 최소의 시간과 노력으로 공정의 효율을 극대화 할 수 있는 방안을 강구하고자 한다. 이를 위하여 구성된 모델과 공정을 운전한 결과를 비교하여 모델로 수정함으로써 모델을 통한 운전인자를 획득하고 이를 실제 공정에 적용하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 공정의 개요

SBR의 효율을 개선하기 위하여 SBR과 다른 공정과의 결합은 최근 번번히 시도되고 있다.

그러나 이러한 SBR내부에 활성이 높은 미생물을 고농도로 보유하고자 하는 공정은 dscanting시 어느 정도의 미생물이 유실되는 단점이 있다. 또한 유입하수의 성상변화와 미생물의 활성저하로 인해 bulking이 발생하는 경우 기존의 SBR장치와 같이 마땅한 대처방안이 없는 것으로 보고되고 있다.

본 연구에서는 다음의 Fig. 1과 같이 침전효율이 저하되는 경우 부상슬러지와외의 고액분리를 위해 막공정을 도입하였다. 막공정은 전체 SBR공정의 효율이 저하되는 경우, 혹은 내부 슬러지의 bulking이나 미생물 침강속도가

느린 경우 decanting의 수단으로 사용되어 공정의 안정을 도모하는 한편, 기존의 SBR이 폭기 및 혼합으로 말미암아 원수 및 유출수의 운영의 자율성이 크게 떨어지는 단점으로 막을 이용하여 개선하였다. 따라서 공정의 효율성을 위해 임의의 단계에서도 SBR장치내에서 수리화적인 변화를 생물학적인 변화까지도 줄 수 있는 공정이라 할 수 있다.

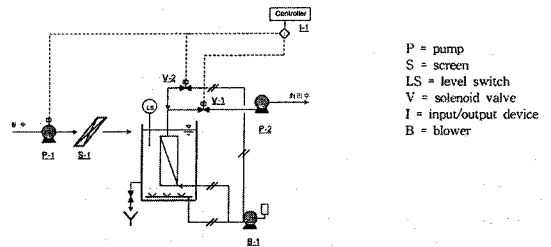


Fig. 1. Schematic diagrams of SM-SBR reactor

2.2 공정의 운전

본 공정에서는 막공정을 이용하여 원수의 성상에 따라서 다른 운전모드를 연구할 예정이다. 즉, 비교적 높은 농도의 영양염류를 함유한 폐수의 경우에는 기존의 SBR공정으로 운전하면서 국내의 하수 특성에 적합한 운전모드를 결정할 예정이며, 유입되는 하수의 영양염류의 농도가 낮은 경우에는 SBR모드의 운전보다는 막결합형 생물 반응장치로의 운전도 고려할 예정이다. 즉 영양염류의 유입농도가 낮아 영양염류 제거를 위한 SBR공정이 의미가 없는 경우에는 높은 미생물 농도를 이용하여 짧은 수리학적 체류시간에서 유기물을 처리 할 수 있을 것으로 기대된다.

2.3 수리학적 부하의 분배

막을 이용하여 최적의 SBR공정 운전을 도모하고자 하는 본 연구에서는 최종단계인 decanting에서의 막에 대한 수리화적인 부하가 커지는 단점이 있다. 즉, 기존의 SBR공정이 약 3시간에 침전 및 decanting을 실시한다고 볼 때, 일일 50톤 규모의 시설을 8시간/cycle로 운전하는 경우,

1시간에 7톤 정도의 유량을 얻을 수 있는 막 장치가 필요하게 된다. 이는 통상적으로 20개 정도의 막 모듈이 한 반응조에 들어간다고 가정할 때, 시간당 0.35톤/개 정도의 유량을 한 막 모듈을 이용해 얻어야 하므로 어느 정도 운전상의 어려움이 예측된다. 따라서 본 연구에서는 다음의 방법을 통해 이러한 문제점을 해결하고자 한다.

i) 앞서 설명한 바와 같이, 막을 침적형 형태로 운전하며 흡입압에 따라 유출수를 얻게되면 막결합형 반응장치에 비해 약 30% 정도의 유량이 증가하는 것으로 보고되었다. 특히 에너지 소모 및 막의 오염저감현상도 감소하는 것으로 알려져 본 연구에서는 침적형이 형태로 막공정을 운영하고자 한다.

ii) SBR의 운전단계에서 탈질단계는 탄소원이 거의 소모된 상태에서 수행된다. 따라서 추가적인 탄소원이 필요한 경우가 많으며, 이중 유입수를 사용하는 방법이 제안되고 있다. 그러나 이 방법은 추가적인 하수의 유입을 위해 반응기에 여유공간을 두고 운전해야 한다. 그러나 막공정을 도입하면 이러한 여유공간 없이 운전이 가능하다.

즉, 탈질공정에서 막공정을 이용하여 어느 정도의 처리수를 얻은 후, 동시에 유입수를 유입시키는 방법이 적용 가능할 것이다. 또한 폭기공정에서도 막공정을 운전할 수 있으므로, 전체공정에서 막공정을 이용해 처리수를 얻을 수 있는 방안을 강구하여 최종단계에서의 막의 수리학적 부하를 저가시킬 수 있다.

iii) 본 연구에서 막은 국내 하수의 특성상 저농도의 유기물을 함유한 폐수로 인해 공정의 문제점(슬러지 침강성의 저하 및 벌킹현상)이 발생하는 경우 안정적인 유출수를 얻는 방법으로 도입되었다. 즉, 연구초기의 경우나 아직 전체 공정이 안정되지 않은 경우, 상대적으로 증식이 어려운 탈질 미생물과 고농도로 유지되는 반응조내 미생물 농도 유지에 효과적일 것으로 예상된다. 따라서 공정은 모사 및 최적화를 통해 어느 정도 공정의 안정성에 대한 신뢰도가 확보되는 경우 기계적인 decanting 장치와 막장치를 병행하는 사용하는 것이 가능하리라 예측된다.

3. 연구개발

3.1 하수 특성

본 실험에 사용되는 하수는 KAIST에서 발생하는 오수로, 하수 및 식당에서 발생하는 오수가 혼합된 형태로 유입된다. 식당용수로 인해 SS의 농도가 상대적으로 높은 것이 특성이며, 하수의 성분분석은 다음의 Table 2와 같다.

Table 2. Characteristics of KAIST wastewater

항목	TCOD	SCOD	S-TOC	TN	TP	SS	pH	알칼리도
단위	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L as CaCO ₃
평균값	377±100	176±60	98	38±9	6±3	269±100	6.5	241±90

3.2 SBR 공정운전

전체 SBR공정을 모사하기 위하여 원통형 형태의 SBR 반응기를 제작하여 사용하였다. 실험에 사용된 SBR반응 장치는 용량 400L의 투명 아크릴로 제작되었으며, decanting volume은 200L였다. 운전모드는 초기 8시간 cycle로 운전하면서 공정변수를 결정하였으며, 얻어진 공정모사 결과를 이용하여 폭기시간 및 초기 유입시간을 조절하여 6시간 운전모드로 변경하였다.

3.3 SBR 공정모사

전체공정의 모사는 IWA의 ASM task group에서 만든 ASM(activated sludge model) No. 2를 이용하였다.

ASM No. 2 모델은 수질 모델링을 위해 20개의 유기물, 질소, 인 및 알칼리도, DO등과 같은 변수를 이용하는데, 이는 10개의 용존성 및 10개의 입자성 물질의 비로 구성되어 있다. 모델의 구성은 다음의 Eqn. 1을 기본 mass balance식으로 하여 구성하였다.

$$\frac{dC_j}{dt} = \frac{Q_i(C_{j,i} - C_j) + Q_e(C_{j,e} - C_j)}{dt} + rc_j \quad \text{Eqn. 1}$$

$$\frac{dV}{dt} = Q_i - Q_e$$

C_{j,i}: j번째의 수질구성 요소

C_{j,i}: j번째의 수질구성 요소의 유입농도

C_{j,e}: j번째의 수질구성 요소의 유출농도

Q_i: 유입유량

Q_e: 유출유량

V: 반응조의 부피

rc: j번째의 수질구성 요소의 反應速度式

모델을 이용하여 모사한 결과와 다음의 Fig. 2에서 얻어진 결과를 비교하여 측정불가능한 변수를 유추하였으며, 구성된 결과를 바탕으로 폭기시간 및 초기 혐기성 상태의 시간을 감소시켜 6시간 운전모드로 변형하였다.

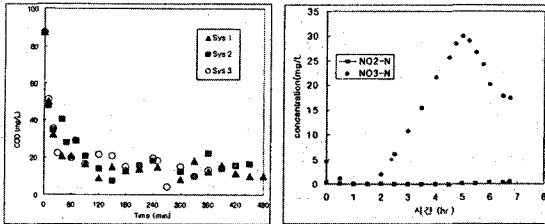


Fig. 2. (a) Variations of COD at 8-hr cycle Fig. 2. (b) Variations of Nitrate, Nitrite at 8-hr cycle

모델을 통하여 얻어진 운전조건을 이용하여 전체 공정을 6시간/cycle로 변형하여 2차 실험을 수행하였다. 8시간 모델링을 통하여 과폭기가 진행되고 있다는 사실을 알 수 있었으며, 이를 극복하기 위하여 폭기시간을 감소시켰다.

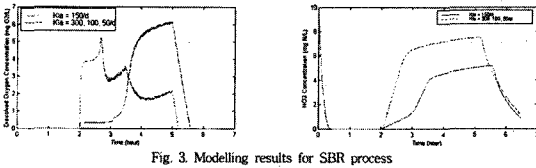


Fig. 3. Modelling results for SBR process

전체공정을 6시간으로 조절한 Fig. 4의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 모델을 통하여 얻어진 운전조건으로 운전한 경우 8시간으로 운전한 결과와 비교할 때 거의 차이가 없는 것을 알 수 있다. 따라서 구성된 모델을 이용하여 전체공정을 최적한 것이 적절하였으며, 시간 및 경제적 노력을 감소시킬 수 있었다.

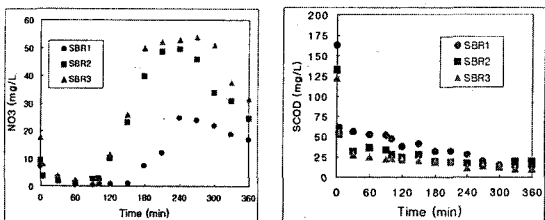


Fig. 4. (b) Variations of nitrate at 6-hr cycle Fig. 4. (a) Variations of COD at 6-hr cycle

3.4 막공정을 도입한 SBR 공정의 운전

막을 이용한 생물반응조내에서 유출수를 얻는 공정은 막면의 오염이 가장 큰 공정상의 문제점이라고 할 수 있다. 특히 SBR공정과 막공정을 결합하고자 한 본 공정에서는 SBR공정의 높은 슬러지 농도로 인해 막오염 문제가 더욱 중요하다고 할 것이다.

본 연구에서는 생물반응조내에서 침지형으로 막공정을 운전하는 경우 운전방식 및 역세에 대한 연구를 1차년도에 수행하여 5분흡입/1분역세 및 운전압력 200mmHg의 결과를 도출하였다. 또한 정기적인 화학적 세정을 3~4개월에 한번씩 수행하는 것이 운전효율을 증대시키는 데 적당하였으며, 세정은 NaOCl보다 H₂O₂가 효과적인 것으로 밝혀졌다.

2차년도에서는 2톤 용량의 pilot규모 반응기를 이용하여 실제 SBR공정에 적용한 경우에 있어서의 막의 거동에 대한 연구를 진행하고 있으며, 대조군으로 SBR 반응조를 운전하고 있다. 막공정을 도입한 SBR 반응조의 운전은 유입 0.5시간, 혼합 0.5시간, 폭기 2시간, 무산소 1시간 및 유출 2시간으로 운전하고 있다. 현재까지의 운전에서 막공정을 도입한 경우가 COD, 질소제거에서 일반 SBR공정에 비해 우수한 것으로 나타났으나, 인제거에서는 슬러지의 인발을 실시하지 않아 비교가 불가능하였다.

4. 기술개발효과 및 적용 분야

4.1 기술개발 효과

막공정과 SBR공정을 결합한 본 연구는 전체 공정을 개발하는 경우 새로운 decanter를 개발하여 외국 기술에 대한 국내기술을 개발하게 되고, 이와 아울러 중수도로 이용할 수 있는 수준의 처리수를 얻을 수 있어, 향후 물부족 현상에 대한 적절한 대안으로 이용할 수 있다.

또한 수량 및 성상변화가 심한 국내의 하수처리공정에 있어서 공정의 문제가 발생하는 경우에도 공정의 운영상의 문제점 없이 전체 공정을 효과적으로 운전할 수 있다.

또한 운전이 정상적인 경우에는 막공정을 이용하여 공

정을 이용하여 공정의 운영상의 자율성을 최대로 할 수 있는 장점이 있다. 아울러 본 공정에 적합한 모델을 개발하여 성상의 차이가 큰 하수에 대해서도 추가적인 실험없이 운전이 적합한 모드를 모델링을 통해 구할 수 있는 장점이 있다.

4.2 적용분야

본 연구를 통하여 얻어진 결과 및 공정은 다음의 분야에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

- 국내 하수 특성에 맞는 공정 개발을 통한 고도처리용 하수처리시설 개발
- 중, 소규모 도시하수를 대상으로 한 하수 처리시설에의 적용
- 공정의 동력학적 상수 계산 및 모델링을 통한 공정의 문제점 분석 및 대안 제시
- 공정 최적화 기술 확보를 통한 산업폐수에의 적용
- 공정 및 제어기술 특허획득을 통한 기술 수출

5. 결론 및 향후 전망

현재까지의 연구에의 막공정과 SBR공정을 결합하여 국내 하수에 적용한 본 연구는 유기물 및 질소제거에 대한 향상, 유출수 중의 SS물질의 제거, 하수수질 변동에 대한 대응 등의 측면에서 기존의 SBR공정에 비해 우수한 공정이라 할 수 있다. 또한 모델 및 제어방법의 개발로 말미암아 전체 공정에 대한 최적화를 수행할 수 있었으며, 이를 통하여 공정의 효율증대를 위해 시간과 경제적인 노력을 아낄 수 있었다.

그러나 이러한 정점에도 불구하고 아직 공정운영상의 문제점이 있어 이에 대한 추가적인 연구가 필요되는 바, 이러한 문제점은 크게 1) 동절기의 낮은 온도에 따른 처리효율의 감소 및 2) 막오염현상에 의한 유출수량 감소라 할 수 있다.

이 중 동절기의 낮은 온도로 인한 문제는 막의 특성상 유기물 성분의 제거는 어느 정도 달성 될 수 있으나 질산화 및 탈질은 기존의 공정과 마찬가지로 심각한 타격을 받는

것으로 조사되었다. 그러나 막공정의 특성상 고농도의 미생물을 보유하면서 bulking등의 문제점을 해결할 수 있기 때문에 기존공정에 비해 어느 정도 해결은 가능할 것으로 판단된다.

막오염 현상에 대해서는 현재 연구가 진행중이며, 모듈의 개선 및 운전방법의 변형을 통해서 개선해 나가고자 한다.

참여기업 소개

기업명	쌍용양회공업주식회사(연구소)	대표자	명호근
주소	대전 유성 신상동100	연락처	042-865-1820
설립년월일	1975. 11. 7	주원업종	시멘트, 콘크리트
기술보유 현황		주요생산제품	
폐수처리기술 축산분뇨처리기술 이산화탄소분리화수기술개발 킬른을 이용한 산업폐기물 처리기술		축산분뇨 처리기술 하수처리용 담체 퇴비화용 담체	
홈페이지	http://www.ssangyongcement.co.kr		

