

분리막을 이용한 수처리공정의 현장 적용

강 호 정* 김 훈*

* (주)태영 엔지니어링사업부, *(주)제닉스엔지니어링 기술연구소

1. 개 요

산업화 및 도시화의 급속한 발전에 의한 수 환경으로의 오염부하는 계속적으로 증가되고 있으며, 향후에도 지속적인 증가추세가 예상된다. 따라서 이에 대한 적절한 부하량 감축 및 오염된 원수로부터의 안전하고 안정적인 처리를 위한 정수, 하수, 폐수분야의 부하저감화의 필요성이 절실히 대두되고 있다.

당사는 지속적인 관심과 기술개발 노력을 통하여, 현재, 전 세계적으로 혁신적인 수 처리 기술로 주목을 받고 있는 분리막을 이용한 수 처리 기술에 대해 1990년대 후반부터 연구개발에 박차를 가하여 향후의 수 처리 공정 분야에 적극적으로 대처코자 하고 있다.

분리막을 이용한 기술은 최근 수처리 여러 분야에 적용되고 있으며, 초기의 단순하고 한정적인 분야에서 소규모시설에 적용되다가 최근에는 복합적인 응용공정 및 공공기관의 중규모이상의 시설분야에 도입되고 있는 단계라 할 수 있다.

따라서 본 고에서는 실규모의 수 처리 공정에 도입되고 있는 분리막 공정의 적용에 알아보코자 한다.

2. 외국과 국내의 분리막 적용 현황

2.1 정수 분야

외국에서 정수 분야로의 분리막 적용은 타 분야에 비해 비교적 폭넓게 적용되고 있는 상황이다. 일본, 미국, 그리고 유럽 등에서는 이미 10여 년 전부터 실규모의 정수장에 분리막을 적용하여 운전하고 있으며, 기술적으로도 상당히 안정적인 단계에 접어들었다 할 수 있다. 일본의 경우, 10년 이상을 정부주도하에 다양한 기술검토를 통하여 일본형 막분리시스템을 개발하여 1990년대 중반부터 소규모(10,000m³/일 규모)시설부터 도입하였으며, 중대형 규모의 막분리 정수장 도입단계에 접어든 상태이다[1]. 2003년6월 현재 일본전역에 321개소, 총 정수능력이 약 203,000m³/일 규모인 것으로 알려져 있다 [2].

이외에도 미국, 호주, 유럽 등에서도 이미 대규모정수장에 막분리 시스템을 도입하여 운전 중에 있으며 최근 그 도입속도는 급속하게 빨라지고 있다.[1]

우리나라의 경우, 그동안 정수분야에서의 막분리 적용은 일부 연구분야에 한정되어 있었고 초순수 제조와 같은 산업용 시장에서 전처리 정도로 인식되어 왔었다. 그러나 최근 한국수자원공사에서는 설계, 운영기술의 개발 및 제도정비 등을 목적으로 시흥정수장(3,600 m³/일)에 시범사업을 실시하고 있어 이러한 결과를 바탕으로 소규모 시설을 중심으로 도입하여 경험을 축적한 후 장래 중규모시설로 확대 보급할 계획인 것으로 알려져 있다[3]. 한편, 환경부에서도 최근 소규모 정수시설에 막분리시스템의 도입을 적극적으로 검토하고 있으며, 서울시 및 일부 지자체에서도 이의 도입을 위한 준비를 하고 있어 향후 정수분야에서의 막분리 시스템 도입은 활발하게 진행될

것으로 예상된다.

2.2 하수 분야

하수처리에서의 분리막시스템 도입은 기존의 사여과 대체용 설비에서 현재는 MBR(Membrane Bioreactor, 막분리결합활성슬러지법, 이하 “MBR”)이라는 공정개념으로 발전하였다. MBR공정은 생물학적 반응(biological reaction)과 막분리(membrane separation)를 결합시킨 것으로서 기존 생물학적 공정의 문제점을 보완하여 두 공정이 완전히 결합되어진 하나의 공정으로서 미생물의 플럭이나 적용되는 막의 종류에 따라 유기물까지 상 변화 없이 용액에서 미생물과 처리수를 침전조 없이 직접 분리할 수 있다. 강제로 분리된 미생물은 생물반응조(즉, MBR조)에서 그대로 존재하여 기존 생물학적 처리보다 높은 미생물 농도를 유지하며 매우 안정적인 처리수 확보가 가능한 공법이다.

MBR공정은 1970년대 전반 활성슬러지법과 급속여과 공정을 조합한 대체공정의 필요에 의해 활성슬러지법과 가압식분리막을 조합한 공정으로 출현하였으며[4], 분리막의 연구개발 및 사용자의 요구 등을 수용하며 지속적인 발전을 거듭하고 있다.

전 세계적으로 MBR공정의 효율 및 안정성, 그리고 신뢰성에서 성능을 인정받고 시장을 점유하고 있는 방식으로는 생물반응조에 분리막을 침지시켜 흡입여과나 무동력 중력여과를 하는 침지형 MBR 방식으로서, 유기물뿐만 아니라 질소와 인까지 제거할 수 있는 다단 반응조 형태로 변화하고 있는 경향이 나타나고 있다[5].

현재, MBR공정으로 비교적 큰 하수처리장에 도입되어 운전 중인 사례는 그리 많지 않으며, 대부분 영국, 독일 등의 유럽지역과 북미 지역에 편중되어 있다. 일본의 경우, 2001년 후반기부터 2,000m³/일

이하의 하수처리장에 적용될 수 있도록 “A기술 리스트”에 등록되었으며, 최근 일본하수도사업단 주관으로 2개소에 2005년 중반기 가동 개시를 목표로 본격적인 보급 활동에 돌입하였다[6].

한편, 우리나라의 경우, MBR공정의 도입은 대부분 오수처리분야에 집중되어 약 400여개소에 설치, 운전되고 있으며, 최근 마을하수도사업에 적용되어 운전되고 있는 실정으로서 하수처리장에 도입되어 운전 중인 곳은 아직 없는 상황이다.

2.3 폐수 분야

분리막 시스템이 가장 먼저 활성화된 분야가 폐수분야라고 할 수 있으며, 미국, 일본, 유럽 등 선진외국에서 산업계중심 분야에서 상당한 연구가 진행되었으며, 오일폐수, 음식물폐수, 침출수, 그리고 분뇨, 축산 폐수분야등에서 널리 적용되어 실용화되고 있다. 2000년 초반 기준으로 전 세계에 설치되어 운전중인 MBR시설에서 폐수분야는 약 36%를 차지하고 있다[7].

폐수분야는 너무 광범위하므로, 본 고에서는 고농도 폐수 중 축산폐수나 분뇨 등으로 국한하여 살펴보았다.

고농도폐수는 부하량이 크므로, 일반 공정으로 처리하는데 한계가 있는데, 이에 MBR공정을 도입하여 고부하율 운전으로 이를 해소하고 있다. 분뇨의 경우, 일본에서 적용사례가 많으며, 최근 5년간의 분뇨처리장 공법으로 약 60%정도를 차지하고 있다[6]. 우리나라에서도 비교적 빨리 MBR공정이 이 분야에 적용되었으며, 수 개소의 분뇨 및 축산폐수처리시설의 신설 및 개량사업에 반영되어 현재 운전 중에 있다.

3. 태영의 분야별 적용 현황 및 계획

당사는 선도적으로 이들 기술의 실 플랜트 현장에 적용시키고자 하고 있다. 적용 분야로는 고도정수 처리시설, 하수처리기술, 슬러지 감량화 기술, 폐수처리기술 분야 등이며 각각의 처리분야에 대해 다음과 같다.

정수분야의 경우, 고도정수처리시설의 향후 현장적용을 위해 서울시에서 추진, 시행중인 막여과 정수처리 기술개발 프로젝트에 참여하여 국내여건에 부합된 정수처리공정 개발에 박차를 가하고 있으며, 각 지자체에서 계획 중인 정수처리시설 개량사업에 분리막 여과 정수공정을 도입하기 위해 추진 중에 있다.

하수처리분야의 경우, 민간제안사업을 통해 “평창군 진부읍/대화면 하수처리장”건설사업에 MBR공정을 도입하여 사업추진 중에 있으며, 이 시설들은 2005년부터 가동될 것이다. 각 하수처리장의 시설용량은 4,100과 1,000m³/일 규모이며, 질소 및 인 제거를 위한 고도처리공정으로 계획되었다. 본 시설이 가동되면 MBR공정의 적용성 측면 및 시장개척면에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상되고 있다.

한편, 2003년 7월부터 1만m³/일 이상 하수처리장의 최종 슬러지에 대한 직매립이 금지되어 최종 슬러지 처분에 큰 어려움이 예상되는 상황을 대비하고자, 당사는 분리막을 이용한 하수 슬러지 감량화 기술인 막결합형 고농도생물반응조를 이용한 슬러지처리기술에 대한 연구를 2001년부터 시행하였으며, 본 기술이 2003년 9월에 신기술(환경부신기술지정 제75호)로 지정되어 향후 하수슬러지 감량화분야로의 진출 교두보를 마련하였다. 이 기술은 일반 슬러지 처리공정에 비해 최종처분대상인 탈수케이크량을 약 30%이하로 감량하는 기술

로서 2차오염이 없는 환경친화적이며 경제성도 확보된 기술이다.

이외에도, 고농도 폐수분야에도 MBR공정의 도입을 추진 계획중에 있다.

4. 맺은 말

수자원의 오염 및 부족이 심화되고 있는 우리나라의 현실을 타개코자 그 일환으로 정부는 각 분야에 대해 수질기준을 엄격하게 강화시키고 있다.

전기한 바와 같이 분리막을 이용한 수처리 공정은 기존 공정에 비하여 처리수질이 월등히 뛰어나, 강화되는 추세인 수질기준을 완벽하게 만족시킬 뿐만 아니라 점차 경제성까지 확보하는 단계로 접어들고 있어 향후 경쟁력있는 공정으로 자리 매김을 할 것으로 예상되며 대부분의 수처리분야에서 보다 효과적이며 매력 있는 Solution을 제공하게 될 것이다.

당사는 새로운 기술로 주목받고 있는 분리막 응용기술의 상하수도분야로의 적용을 위하여 적극적으로 대응코자 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 현재 진행 중인 분리막 적용 프로젝트를 성공적으로 수행하여 본 분리막 적용기술이 새로운 기술로 자리매김하는데 일익을 담당하고자 한다.

참고 문헌

1. 김형수, 정수 막여과 국제 세미나, 한국상하수도협회 외, “국내정수장의 막분리 시스템도입을 위한 선결과제 및 도입방안”, p7 (2003)

2. 谷口 元, 정수 막여과 국제세미나, 한국상하수도협회 외, “日本の水道事業における膜ろ過施設の実績”, p111-118 (2003)
3. 김충환, 정수 막여과 국제 세미나, 한국상하수도협회 외, “막분리 시스템 도입시 예상되는 문제점 및 극복방안”, p8 (2003)
4. 綾 日出教, “膜分離による水処理の現状”, 日本水環境學會誌, 22(4), p242 -247 (1999)
5. 김 훈, 丹宗紫朗, 제1회물환경-막분리기술분과 심포지움, 물환경학회, “막결합 생물학적 처리공정(MBR)을 이용한 오·폐수의 고도처리 및 재이용” (2002)
6. data from Genix Engineering, Korea (2003)
7. Stephenson *et al.*, “Membrane Bioreactors for wastewater treatment”, *IWA publishing*, p5 (2000)