

## 국외 분리막 소식

### ■ DW&PS사가 스페인에 글로벌 물기술 개발 센터를 오픈하다

지난 6월, Dow Water & Process Solutions (DW&PS)사는 스페인의 타라고나 지역에 글로벌 물기술 개발 센터를 오픈하였다. 미국계 Dow Chemical사에 의하면 이번 센터는 깨끗한 물 생산 기술의 상용화를 가속화하는데 목적을 두고 설립되었다. DW&PS의 사업 본부장인 Ian Barbour는 “이번 센터는 Dow사의 투자의지를 명백히 보여주는 증거이며, 이는 전 세계적으로 갈망하고 있는 깨끗한 물에 대한 걱정을 해결하고자 하는 관련 업계 전문가들로 구성된 일종의 기관이다. 중앙에 위치한 본 센터는 이 지역의 실수요자들에게 지원하기 이상적이며 하수 및 폐수를 포함한 매우 다양한 원수를 접해 볼 수 있도록 하였으며, 실제 상황에 알맞은 제품 개발 및 운영기술을 가질 수 있도록 한다.”라고 말했다. 이 센터는 Dow사에서 1,500만 달러와 스페인 과학혁신부의 연구 프로그램에 의해 지원받아 설립되었는데, 이는 지속가능한 물 공급에 대한 스페인 정부의 연구 개발에 대한 의지를 보여주는 일부분이다.

초기 주력 연구 분야는 다음과 같다.

- 담수화 수질 향상
- 단위 생산 물 당 생산비용 최소화와 에너지 소비 저감
- 해수담수화 장기 비용과 관련된 분리막 수명 개선
- 소재 효율 향상

Dow Chemical Ibérica의 회장이자 사업 본부장인 Anton Valero는 “우리 회사의 스페인에서 50주년 기념으로 실행한 프로그램은 타라고나 지역에 옥탄 플랜트와 European Development Center of Excellence for plastics films와 Navarra의 Ribaforada 지역의 Technology Center of Polyurethanes Systems를 포함, 이번 프로젝트는 스페인에서의 자사의 확고한 연구 개발 투자 프로그램의 지속성을 의미할 것이다.

### ■ Pentair사가 Norit사의 청정공정기술 사업을 인수하다

Pentair기업이 막기술과 한화여과를 전문으로 하는 독일의 Norit사로부터 5억 300만 유로로 청정공정사업(CPT)을 인수하였다. ‘CPT와 Pentair사의 여과 및 분리 사업은 물과 음료의 여과기술 및 시스템의 국제적 리더를 만들고, 중국, 라틴아메리카, 중동 등 선진국의 위업을 강화할 것이다. CPT는 Pentair사에 적격이다.’라고 Pentair사의 의장이자 CEO Randall Hogan은 말했다.

CPT는 탈염, 물의 재이용, 산업에의 응용, 깨끗한 물 부족에 효과적으로 접근하여 경쟁력이 높은 음료 분야, 증가하는 에너지 소비와 환경문제에 있어서 지속 가능한 청정 기술과 시스템을 제공한다. 여기서의 제품들은 UF와 나노 여과막 기술, 무균의 판막, CO<sub>2</sub> 매립과 제어시스템 그리고 펌프 장비의 특수성을 포함한다. 네덜란드를 바탕으로, CPT는 대략 1,200명의 고용자를 보유하고 5개의 생산, 연구, 개발 시설을 가동했다. 100개국에 걸쳐 170개 이상의 지사를 포함, 서유럽에서 약 45%, 아시아-태평양의 20%, 라틴 아메리카와 중동에서 각각 10%, 나머지는 유럽과 남미에서 수입을 발생시켜 판매의 다양성을 넓혔다. Pentair는 CPT의 판매수익이 2011년에 3억 5천\$를 초과할 것으로 산정하였다.

### ■ KMS가 ACE11 회담에서 중공사 한외여과 시스템을 발표하다

Koch Membrane Systems사(KMS)가 미국 워싱턴에서 매년 6월 12일~16일에 열리는 ACE11의 130번째 박람회에서 Targa II HF (새로운 중공사 한외여과법(UF) 막 시스템)을 소개했다. 이 시스템은 비용이 경제적이고 안전하며, 또한 식수, 해수의 전처리, 산업적 물과 제 3의 폐수 처리를 포함한 다양한 UF 응용의 다양성에 고품질이라고 평가받는다. 이 시스템은 최적화된

카트리지와 렉 설계를 바탕으로 견고한 PES 멤브레인으로 구성되어 있어 분리막 시장에서 가장 작은 소요부지를 가져올 수 있다고 KMS는 주장한다. 이 멤브레인은 음료를 처리하는데 이상적으로 맞춰져 있고 4-log 바이러스 제거한다.

Targa HF 시스템의 토대는 물의 질과 흐름의 변화를 최소화 하고, 화학물질 사용을 줄여 적은 에너지를 쓰는 지적인 공정 제어이다. '막의 청결과 제품의 튼튼함을 개선하기 위한 모듈 디자인의 개선, 최적의 PES 기반의 막화학과 더불어 Targa HF는 지적인 제어 시스템을 가진다. 이것은 광범위한 테스트를 거친 후 개발되었고, 사용자로 하여금 총 화학물질과 전력 소비를 줄일 때 탱크에서 보일러로 급수되는 물의 수질과 유량의 변화를 최소한의 간섭을 통해 다룰 수 있게 한다.' 라고 KMS의 Technology Product Management의 부사장 Manny Singh가 설명했다.

#### ■ Toray가 내구력 강한 역삼투막을 개발하다

나노기술을 이용하는 일본 도쿄의 Toray사는, 산과 염기 그리고 세척에 쓰이는 염소 등에 더 강해진 역삼투막의 질 향상에 성공했다고 전하였다. 이 기술은 낮은 수질로 인하여 자주 화학적 세정이 필요한 염수 및 폐수용 분리막의 수명을 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다. 역삼투 기술은 수자원 고갈 문제를 해결하기 위하여 전 세계적으로 널리 이용되고 있다. 양질의 물을 얻기 위하여 제거율 증가가 필요하고 막투과율을 개선해야 하며, 이를 통하여 적은 양의 에너지를 소모하여야 한다. 튼튼한 역삼투막에 대한 요구는, 다양한 수질의 원수로부터 얻는 일정하게 양질의 물의 공급을 보장하기 때문에 중요하다.

이러한 요구에 맞서 회사는, 나노미터 이하 단위를 다룸으로써 변하는 조건 속에서 기공의 구조를 안정화하는 노력을 해왔다. 그들은 이온물질과 유기화합물을 제거하는 고투과성의 향상된 기술의 가질 뿐만 아니라 세정 시 화학물질에 더 잘 견디는 막을 개발해왔다. 기술 개발의 방향은 막투과도 향상과 원수 중 이온 물질 및 유기물 제거능 향상 뿐 아니라 화학 세정 시 발생하는 화학 물질에 대하여 내화학성을 개선시키는 방법으로도 진행되었다. TEM분석 결과 역삼

투막의 기능성 polyamide 층에 미세한 공극 구조를 가지는 돌기형 배열을 확인할 수 있었다.

과거에는, 포지트로늄 붕괴 시간 분광기술과 분자역학모듈을 사용하여 공극 크기를 조절함으로써 질높은 붕소 제거 기술을 성공적으로 개발했다. 요즘은, 심층적 분자역학 시뮬레이션을 이용, 기공의 구조(크기, 부피, 수)의 다원론적 분석을 해낸다. 이 기술은 우리가 환경의 변화에 따른 기공의 구조 변화를 예측할 수 있도록 하고 원래의 구조를 안정적으로 해준다. 이 방법은 조건의 변화에 안정적인, 교차결합을 형성하는 폴리아미드 구멍 구조를 만드는 분자의 구조에 바탕을 둔다.

Toray사는 또한, TMDSC기술을 이용하여 고차원 구조의 기능적 폴리아미드 층의 안정도를 재는 것도 성공했다고 말하였다. TMDSC 분석 자료를 바탕으로 고차원 구조의 기능적 폴리아미드 층을 안정적으로 다루기 위함과 매우 튼튼한 새로운 폴리아미드 층을 만들기 위해 정밀한 계면 중합반응을 사용하였다.

#### ■ Tri-Tech에서 미국 수처리 기술 기업의 운영 자산을 획득하다

중국의 수처리 및 폐수처리 관련 제품 및 기술을 제공하는 Tri-Tech Holding사는 자회사인 TriTech International Investment사와 Tri-Tech Infrastructure사가 미국 Wisconsin주 Menomonee Falls에 소재한 J&Y International사의 운영 자산을 획득했다고 발표했다. J&Y International사는 산업용 화학 원수 재생 시스템, 담수화 플랜트, 생활 및 산업 폐수 처리 시설 그리고 역삼투 시스템을 설계하고 시공하여, 미화 약 150만 달러 이상에 달하는 구매 가격은 현금 및 Tri-Tech의 주식으로 4회에 걸쳐 분납 2012년 12월 31일까지 J&Y International 영업의 이자, 세금 가치하락 및 할부 상환 이전의 수입을 기반으로 만들어진 구매 가격 지불 차후정산과 연관이 있다.

이번 매입에 관하여 Tri-Tech의 대표인 Phil Fan은 "J&Y International은 막대한 시장 잠재력을 가진 뛰어난 담수화 기술을 발전시켜 왔다. 이번 인수로 인하여 Tri-Tech는 수자원 부족의 증가로 인하여 유발된 해수 담수화, 물재이용, 제로 리퀴드 배출 등의

급격한 성장 시장으로 진입할 수 있는 기술을 가질 수 있게 됐다. 우리는 J&Y International의 기술력과 결합된 Tri-Tech의 마케팅 힘은 우리의 총괄적인 경쟁력의 장점에 시너지를 가져올 것이다. Tri-Tech는 세계적으로 유일한 기술을 조직적으로 습득해나갈 것이며, 고도 수처리, 정수 및 재이용 분야에 있어서 새로운 기술에 대한 포트폴리오와 능력을 쌓아갈 것이다.”라고 말했다.

J&Y international의 CEO인 James Schwartz는 “우리는 Tri-Tech의 참여를 기쁘게 여기며 Tri-Tech사의 수처리 기술 및 관련 제품 혁신에 대한 경영 기술로 이익을 얻을 것이다. 우리는 그들의 경영의 명확한 전략 방향에 감명을 받았으며, 그 방향에 일부가 되었다는 것을 기쁘게 생각한다. Tri-Tech는 시장 기회를 규명하고 이익을 가져올 수 있는 능력이 있으며 뚜렷한 성장세를 유지할 것이다. 우리는 J&Y International사의 다년간의 수처리 및 폐수처리 산업에서의 경험을 바탕으로 Tri-Tech가 더욱 더 많은 이익을 창출할 수 있을 것이라 믿는다. 중국의 산업폐수 처리 시장을 고려한 시장 기회는 그 자체로도 엄청난 규모다. Tri-tech사의 확고한 소비 기반과 수준 높은 시장 역량과 함께 J&Y International사의 수처리 기술은 매우 널리 이용될 것이며, 회사의 장기적인 지속적 발전에 기여할 것이다.”라고 말했다.

또한 Tri-Tech사의 CEO인 Warren Zhao는 “J&Y International은 Tri-tech사의 해외 매입의 첫 번째이며 두 번째 사례는 2010년 8월 BSST의 인수가 될 것이다. 우리 회사를 해수 담수화 및 물재이용 시장에 있어 새로운 강력한 업체로 만들어 줄 수 있기에 이번 인수는 우리에게 있어 전략적으로 중요성이 있다. 이러한 우리의 결정은 수처리 산업에 있어서 세계적인 주요 기업으로 도약할 수 있게 한다는 것을 한 번 더 강조한다. 이번 인수는 우리 회사에 기술 및 운영 경험을 가져옴으로써 우리의 영업 분야를 담수화에 국한되지 않고 산업폐수, 수처리 및 관련 다른 분야로 넓힐 수 있도록 한다.”라고 전했다.

■ ECN, Plant One의 분리막 기술 시험의 첫 번째로 선정되다

네덜란드 에너지 연구 센터(Energy Center of the Netherlands, ECN)는 네덜란드 로테르담의 항구에 세

워진 녹색 기술 시험 설비의 하나인 Plant-One을 이용하는 최초의 기관이 되었는데 투석증발과 증기 투과와 같은 기술에 적용하기 위한 나노 멤브레인 기술을 시험한다. 네덜란드 경제부 장관인 Maxime Verhagen은 실험실 규모의 유망한 실현가능한 공정의 향상을 위해 파일럿 규모로 시험하고 이를 통하여 실제 산업에 이용될 수 있도록 하는 시험 시설을 최근 열었다.

Plant One의 총감독인 Karin Husmann은 “로테르담 항만은 지속 가능한 부분에 있어서 선두적인 국제적 위치에 이르기를 원함으로 CO2 배출량을 1990년에 비교하여 2025년까지 약 50% 감축하여야 한다. Plant One은 이러한 비전을 실현가능토록 해 줄 것이다. 이 파일럿 시설은 방대한 규모로 접근한다는 점과 다양한 기술에 초점을 두고 있다는 점에서 다른 시설과 차별성이 있다. 게다가, 우리는 기존의 몇 달에서 몇 년씩 소요되는 파일럿 시설 허가 과정을 단 몇 주 내로 줄일 수 있는 기반을 가지고 있다”라고 말했다. ECN은 Plant One을 이용하는 최초의 기관 중 하나이다. 이 기관은 기존의 복잡한 분리 공정을 더욱 효율적이고 운영비용 및 에너지 소모를 줄이는 기술 개발을 진행하고 있다. 이 기관에서 개발된 HybSi 분리막 기술은 현재 실제 적용에 있어 기업들의 관심을 유도하기 위한 필수적인 곳에 적합하게 개발되어 있는데 공정 산업에 있어서 증류를 대체하고 있다.

이와 관련된 최초의 시운전은 네덜란드 경제부의 지속 가능한, 혁신적인 국제 영업 및 협력을 위한 정책의 일환으로 NL Agency에서 운영하는 EOS-KT 프로그램에서 보조금을 받았다. 이는 Air Products, Trion Partners, Sulzer Chemtech, Deltalinqs와 ECN으로 구성된 컨소시엄에 의해 수행될 것이다. Netherlands Organization for Applied scientific Research (TNO)에 의해 수행되고 있는 Plant One의 또 다른 새로운 플랜트는 산업 현장에서 발생하는 CO2 제거를 위해 설치된 ‘ACCU’다.

로테르담 기후 발의, 로테르담 항구, Dealtalinqs와 TNO에 의해 시작된 Plant One 계획은 또한 남네덜란드 주 로테르담 지자체 및 Economic Affairs, Agriculture and Innovation (EL&I)에 재정지원을 받는다. 이는 지속가능한 사업을 수행하는 Carbon Stars사에 의해 착수되며, 이는 그러한 사업을 독립적인 영업을 발전시킬 수 있도록 도와줄 것이다.

## ■ Degréont사가 밀집형 증공사와 평판형 멤브레인 시스템을 내놓다

Degréont사가 증공사형과 평판형 밀집형 멤브레인 기반의 폐수처리 시스템을 출시했다. 프랑스 수처리 장치 설치사인 Suez Environment사의 지사인 이 회사 관계자는 Ultragreen Package System (PS) 과 Ultrafor PS MBR 장치가 도시 하수 및 산업 폐수를 처리하는 데 적절하다고 밝히고 있다. 이 시스템은 사용자들로 하여금 엄격한 폐수 방류 조건과 환경적으로 매우 민감한 문제를 충족시킬 수 있는 만큼의 수질을 얻을 수 있도록 한다.

Ultrafor PS는 공칭공경 0.4  $\mu\text{m}$ 를 가지는 증공사막을 이용하는데 이 막은 General Electronic에서 생산한다. 각 증공사의 외경은 1.9 mm인데 고리모양의 금형을 통해 분리막 재질을 압출시켜 생산한다. 이렇게 만들어진 증공사들은 일정하게 모은 후 역세가 용이하도록 모듈로 만들어진다. 폐수가 처리되는 동안 처리원수는 막 밖에서 순환되며, 막투과수는 모듈의 한쪽 또는 양쪽 끝으로 나온다. 막 모듈은 직렬물 속에 침지되고, 투과수는 부분 진공압에 의해 흡입력을 이용하여 나온다. Ultragreen PS 모듈은 Toray사의 평판형 막을 사용한다. 막은 0.08  $\mu\text{m}$ 의 공칭공경을 가지며, 증가된 표면 거칠기와 긴 운영시간을 위하여 구조를 강화하여 사용한다. 중앙 지지체의 역할을 하는 두 개의 평판형 구조로 압력이 가해지며, 처리 원수는 약 7 mm 액층 두께를 가지는 두 개의 평막 사이를 순환하게 된다. 막투과수는 진공압에 의해 평막 사이의 흡에 모이게 되는데, 이 평판은 분리막의 기계적인 지지체를 형성해 주면서 막투과수를 배수하는 역할을 한다. 상기 두 형태의 분리막에 있어서 공칭공경에 따라 박테리아와 기생충 알의 제거, 분변 대장균의 감소를 가져오는 주된 물리적 방어벽 역할을 할 수 있도록 한다.

Degréont사에 따르면 Ultrafor와 Ultragreen 모듈은 차지하는 공간이 매우 적으며, 기존의 시설에 쉽게 적용될 수 있다고 한다. 8 모델로 구성된 Ultrafor PS 모델과 5 모델로 구성된 Ultragreen PS 모델의 경우 각각 최대 1,760 톤/일과 640 톤/일의 처리용량을 가진다. 처리 용량을 증가시키기 위하여 몇몇의 유닛들이 더 병렬로 추가될 수 있다. 각 모

듈은 스키드형태로 배달이 되며 육지나 바다를 통해 쉽게 운송될 수 있는 크기를 가지고 있다.

## ■ Elga사의 Centra R200시스템이 물질 실험에서 고순도의 물을 만든다

영국의 Veolia Water Solutions & Technologies사의 Elga Process Water는 워링턴 근처의 리슬리에 있는 Serco Technical Consulting Services의 연구실에 두 번째로 Centra R200 물 세정시스템을 제공했다. “부식연구실에서는 결과에 신뢰도가 높은 고객을 위하여 실험을 하고 있습니다.”라고 Serco의 부식연구실의 담당자 Peter Brown씨는 설명했다. 두개의 SDI실린더를 사용하는 Centra R200을 포함해서, 새로운 물처리 시스템은 이런 중요한 실험에 적용할 고 순도의 물을 제공할 것이다.

Centra R200의 역삼투 모듈이 리슬리의 원수 중 90%이상의 용존 미네랄을 제거하고 99% 이상의 유기물과 박테리아를 제거한다고 Elga사는 말한다. 처리된 물이 두 개의 SDI실린더의 일련의 과정을 통해 연속적으로 공급 되는 곳으로부터 350 L 용량의 저장탱크로 물이 운반된다. 이 작업은 물이 요구하는 10  $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$  저항력이 되도록 한다. 수질은 두 개의 실린더에서 모니터링 되고 필요하다면 새 실린더로 교체된다.

“우리는 수 년 동안 Elga의 고 순도 물 제조 시스템의 사용자였고 필요한 고 순도의 물을 생산하기 위해 그것을 믿어왔습니다. 새로운 Centra의 시스템이 물의 순도가 계속 높다고 보증할 뿐만 아니라 Elga Process Water의 기술자들이 시스템 가동과 연구실 통합생산을 지원해주었습니다.”라고 Brown이 이어서 말했다. Serco는 핵, 방위, 철도 분야에서 안전한 환경을 유지하는 과학적이고 공학적인 서비스를 넓은 범위에서 제공한다.

## ■ GE기술이 물이 부족한 남아프리카의 발전소 물을 정화하다

남아프리카의 최고 전력 공급업체인 Eskom은

General Electric (GE)사에서 개발된 수처리 및 폐수처리 기술을 세계에서 가장 큰 화력발전소의 하나가 될 Kusile 발전소에 전적으로 이용하기로 계획하고 있다. 가끔 가뭄을 겪는다고 알려진 남아프리카는 깨끗한 물의 제한적 공급을 겪으며, 회사는 공장에 최대한의 물 재이용을 제공할 것이다. Eskom사의 석탄 발전소는 음푸말랑가 주의 은강갈라 지구에 있다. 남아프리카에서 물이 점점 제한적 자원이 됨에 따라, GE의 물과 폐수 처리 장비는 하루에 약 2억 5천만 L의 물을 여과해낸다. 이 물은 발전소에 의해 쓰이고 가동비용은 줄이고 효율은 늘릴 것이다.

“신뢰할 수 있고 지속가능한 초순수, 폐수 처리 그리고 물의 재이용 기술의 생산이 우리의 새로운 Kusile 발전소의 성공적인 가동에 있어 극히 중요할 것입니다. 우리는 폭넓은 경험과 양질의 물처리 옵션을 기반으로 하는 GE기술을 택했습니다.”라고 Eskom의 단장 Abram Masango는 말했다. 4천만 달러 이상의 가치를 가지고 있는 계약에 의하면, GE사는 엔지니어링, 조달 및 건설 (EPC) 주계약업체이자 운영회사인 PD Naidoo and Associate (PDNA)사에 수처리 기술을 제공하게 되는데, 기술 중에는 초순수 및 6회 복수탈염시스템을 위한 보일러 유입수 처리공정도 포함되어 있다.

보일러 급수의 취급은 일련의 단계를 포함한다. 이것은 한외여과, 양이온교환, CO<sub>2</sub>제거를 위한 탈기, 음이온교환을 사용하고 뒤이어 혼상 광택기와 O<sub>2</sub> 제거를 위한 탈기장치를 사용한다. 이 시스템은 초임계의 보일러로의 공급수로 적절한 초순수의 물을 생산할 것이다. 게다가 GE는 시간당 1,760톤의 응축액을 탈염하는 6회 복수탈염시스템을 공급하고 있다. 마지막으로, 송기관에서 생기는 소금물을 처리하기 위해, 소금물에서 처리 가능한 물로 바꾸는 데에 두 열의 증발기와 결정기가 이용될 것이다.

“환경 규정이 더 엄격해지면서 물 보호와 재이용에 대한 요구가 많다. 산업체에서는 많은 양의 물을 쓰고, 에너지를 만들기 위해 물이 필요합니다.”라고 GE Power & Water의 Water & Process Technologies 팀의 대리인 Jeff Connelly가 말했다. “따라서, 남아프리카의 Eskom Kusile 발전소를 포함한 세계의 발전소들은 물 공급과 폐수 처리를 위해 GE의 수처리 기술을 사용합니다.”

### ■ Assay를 통하여 화학 주성에 대한 정보를 실시간으로 제공한다

독일 Merck KgaA의 생명과학부 EMD Millipore가 Millicell  $\mu$ -migration assay kit을 소개했다. 이 슬라이드 기반의 단은 부착성 셀에서 화학유인물질의 이동을 실시간으로 가시화하고 측정하는데 쓰일 수 있다. 그 키트는 전이 행동이나 독소의 영향을 연구하는데 이상적이라고 Millipore는 말한다. Boyden 챔버는 화학주성을 연구할 때 가장 널리 쓰이는 시금물이다. 이 종료점에서의 Assay는 미공성 필터에 의해 나뉜 챔버를 이용한다. 이것의 인기에도 불구하고, 이 Assay 한계가 있다고 회사는 말한다. Boyden 챔버는 안정한 직선 비탈을 감안하지 않고, 따라서 Assay 낮은 재현성을 가질 경향이 있다. 게다가 필터를 통한 셀의 이동도 시각화될 수 없다.

Millicell  $\mu$ -migration assay는 필터를 마이크로채널로 대체시킨다. 이 채널에서의 셀 이동은 직접적으로 관찰 가능하고 양적으로도 측정가능하다. 개개의 셀의 실시간 관찰은 방향성, 속도 그리고 무한궤도의 셀의 이동을 포함한 많은 셀 이동 변수에 대한 통찰성을 제공한다. 게다가, 키트는 48시간 이상의 안정한 선형 농도 변화도를 제공한다.

유리와 같이 높은 광학적 특성과 함께, Millicell  $\mu$ -migration 슬라이드는 느리게 혹은 빠르게 움직이는 셀을 비디오현미경으로 분석하는데 적절하다. 시금 당 약 100~200개 셀을 통해 세 개 이상의 시금이 평행하게 각 슬라이드에서 쓰일 수 있다. Millicell  $\mu$ -migration 슬라이드와 migration assay 시약에 의해 키트는 정리되고 바로 사용 가능한 키트가 될 것이다.

### ■ 제올라이트 기반의 분리막이 개발되다

일본 기업인 Hidachi Zosen사는 “제올라이트 기반의 CO<sub>2</sub> 분리용 분리막을 개발했으며, 이는 내구성 및 높은 분리능을 가지고 있다.”라고 발표했다. Hitz CO<sub>2</sub> element는 밀봉재가 필요없는 통합적인 seal-less 구조, 전적으로 무기물질만 이용되어서 열과 압력에 잘 견딘다. 회사측에 따르면 향상된 분리능은 CO<sub>2</sub> 분자의 투과를 위한 저항을 감소시키기 위하여 막의 미세 구조를

최적화하여 나타나는 것이라 한다. 분리막 element는 연속식 운전이 가능하므로 전통적인 방법인 흡착을 사용하였을 경우 필요한 흡착제 재생을 위한 증류 또는 감압 장치가 필요 없다. 전통적인 방식과 비교하여 이러한 장점은 전체 장치를 보다 더 조밀하고 경제적으로 설계가 가능토록 한다. Hidachi Zosen사는 분리막 element와 관련된 공정을 위하여 이미 10개 이상의 특허를 신청해 놓은 상태다.

CO<sub>2</sub> 회수에 대한 연구는 전통적으로 아민을 이용한 화학적 흡수와 제올라이트 입자를 이용한 흡착에 초점이 맞춰져 왔다고 회사는 설명한다. 이러한 방법은 흡수 또는 흡착된 CO<sub>2</sub>를 분리하고 제거하는 방법 뿐 아니라, 흡수제 및 흡착제의 재생을 위한 방법이 요구된다. 재생 방법을 봤을 때, 흡수제의 경우 재생타워 내에서 탈착이 필요하고 흡착제의 경우 감압타워 내에 전환제를 함께 넣어 재생하여야 한다. 상기 장치들은 공간을 많이 차지하고 에너지를 많이 소모하여 결국 CO<sub>2</sub> 분리 및 추출 기술의 가격을 높게 한다. 반면 분리막을 이용한 분리 공정은 연속식 공정으로 재생 과정이 필요하지 않다. 이러한 단적인 결과로 상당한 공간을 줄일 수 있으며, 에너지 소모를 확실하게 줄일 수 있는 것이다.

분리막 element는 수백 °C의 고온과 10기압 이상의 고압에도 견딜 수 있는 세라믹으로 만들어진다. 이러한 특성으로 인하여 기본적인 분리 공정에서부터 화학평형 반응을 깨고 반응을 촉진시키는 형성 시스템 등의 고효율 화학물질 및 의약품류 생산 공정에 이용할 수 있다.

Hitachi Zosen사는 최근 상기 새로이 개발된 제올라이트 분리막의 본격적인 생산을 위하여 움직이고 있다. 이는 현재 사용되고 있는 탈수 및 탈습 분리막 element를 이용한 가스 정화 및 정제 시스템의 발전을 가져올 수 있다는 것을 의미한다. 사무실 에어컨 장치, 리튬 이온 배터리 생산 시설의 공기 정화장치 등에 적용가능 할 것이다. 또한 이 회사는 회수된 CO<sub>2</sub>를 새로운 탄소 포집 및 저장 기술과 더불어 유용한 가치 있는 물질로 재활용 할 수 있는 제올라이트 분리막 반응기를 개발하고자 하고 있다.

## ■ GE가 비료 생산 업체와 수처리 아웃소싱 협약을 맺다

GE Power & Water는 1800만 달러의 가치가 있는 이탈리아 Yara Spa사와 수처리 아웃소싱 계약서에 사인을 하였다. 이번 협약은 이탈리아 Ferrara에 있는 비료 생산 시설의 수익성 및 신뢰성을 충족시킬 수 있도록 할 것이다. 이 생산 시설은 암모니아와 요소 용액 비료를 급격한 성장세를 겪고 있는 농업시장에 공급하고 있다. 그러나 이러한 공정은 방대한 양의 깨끗한 물이 필요한데 비료 생산 플랜트는 현재 염수 및 낮은 수준의 지표수를 이용하고 있는 실정이다. 무기 비료 생산 주 업체인 Yara International Asa사의 단위 사업체인 Yara는 비용 절감과 신뢰성 및 당사의 주요 업무에 집중하기 위하여 Ferrara에 있는 이 플랜트 시설의 수처리 운영을 1995년에서 2005년 동안 GE사에 아웃소싱 하였다. 최근 계약 연장과 함께 GE사는 2020년까지 수처리 시설을 짓고 소유하며 운영하게 될 것이다. GE 직원들 역시 계속해서 일하게 될 것이다.

수처리 장비는 최근 GE사의 두 주요 기술인 염수 역삼투 담수화(brackish water reverse osmosis filtration, BWRO) 및 electrodeionisation (EDI)를 이용하여 최근 시간당 320 m<sup>3</sup> 생산할 수 있게 되었다. GE사는 상기 시스템이 쉽게 이동가능하고 설치될 수 있어 비용 절감 및 응급 대기 시에 유용하다고 한다. Ferrara의 Yara사의 비료 생산 시설의 관리자인 Frank De Vogelaere는 “이번 협약으로 우리 회사는 GE사의 도움으로 급변할 수 있는 시장상황에 보다 유리한 조건에서 자본화할 수 있게 될 것이다. 우리는 대체 수자원을 찾음으로 적절한 이윤을 남기면서 비료 공급을 할 수 있을 것이라 확신한다. 또한 대체 수자원은 지속적으로 비용감소를 가져올 수 있다. 비용 절감은 다음의 두 방향에서 가능하다. 우선, 우리는 외부 공급업체에서 생산된 값비싼 초순수를 살 필요가 없으며, 저수준의 수질로 인한 불량률을 감소하여 비용 절감을 가져온다. GE사와 함께하는 우리의 사업확장 활동은 GE사의 다년간의 성과로 인한 즉각적인 결과이며, 전통적인 공급자-판매자 관계를 보다 효율적인 협력관계로 발전시켰다.”라고 말했다.

GE사와 Yara사의 협력관계는 2002년 시작되어 지금도 지속되고 있는 수처리용 화학물질과 관련 시설

공급 협정에서부터 커져왔다. 이로 인하여 Yara는 이전 공급자와 일하였을 때 주기적으로 나타난 보일러 꺼짐 현상을 피할 수 있었고, 이를 바탕으로 불량률을 줄일 수 있어서 비용을 효율적으로 운영할 수 있게 되었다. 게다가, 2007년부터는 보일러 수증기에서 나오는 응축수 중에 존재하는 장치에 치명상을 가져올 수 있고 비효율적인 에너지 소비를 가져오는 침전 물질을 여과하는 GE사의 복수탈염 시스템을 이용하고 있다. GE Water & Process Technology의 CEO인 Heiner Markhoff는 “우리는 십수년간 Yara사의 사업 목표 달성을 위하여 열심히 노력해 왔으며 이러한 노력이 목표달성에 힘이 되었다는 점에서 자부심을 가지고 있다.”라고 덧붙였다. 최근 Yara사의 성장과 복수탈염 시스템을 위하여 GE사는 수처리 장치, 운영 및 설계 서비스, 배관을 모두 제공하고 있다. 여기에는 전기 배관과 다른 모든 현장과 관련된 요구 시설 뿐 아니라, 협약 기간 동안 여분의 부품과 현장 서비스에 대한 책임도 포함되어 있다.

■ Inge UF 시스템이 중국의 제지 공장 수처리에 적용되다

Inge Watertechnologies사의 Multibore 분리막이 중국의 제지 공장의 보일러 공급수 생산에 이용되고 있다. 중국 광둥성에 위치한 Lee & Man Paper 제지사에서 운영되는 공장은 연간 73만 톤의 골판지를 생산하고 있으며 이에 하루에 약 65,000 m<sup>3</sup>의 한외여과된 물이 필요하다. 이 공장으로 들어오는 원수는 주장강에 흘러들어오는데 다른 수많은 중국의 지표수와 마찬가지로 심하게 오염되어 있다. 이 원수가 공정에 이용되기 전에

Inge Watertechnologies사의 한외여과 모듈을 거친 후 사용된다. Inge사는 10 T-Rack Vario틀에 800 Dizzed XL 0.9MB 60W 모듈이 장착된 장비를 설치하였다. 원수 중의 높은 탁도 및 유기물 함량으로 인하여 한외여과막의 품질을 테스트 해야하는데 독일의 Greifenberg에서 테스트 결과 처리수를 깨끗하게 유지하면서 막오염을 방지할 수 있었다고 회사 관계자가 전했다. 일정한 처리수를 바탕으로 한 자동 역세 공정이 이용되고 있다.

Inge Watertechnologies의 CEO인 Bruno Steis는 이번 프로젝트에 열의를 표하면서, “중국은 우리의 주된 시장 중의 하나가 되었다. 우리의 기술은 다른 수많은 대규모 프로젝트에 이용될 것이다. 공항, 공장으로부터 원자력 시설 및 도시하수처리 시설에 이르는 방대한 규모로 적용가능 할 것이다. 자사의 한외여과막 및 모듈을 바탕으로 우리는 중국에서 지속적으로 굳건한 명성을 얻을 것이며, 우리의 Peking Sales Office는 우리의 소비자들이 무엇을 원하는지 근접해서 정보를 수집하고 관심을 기울일 수 있을 것이다.”라고 덧붙였다.

중국의 경제는 아시아 경제의 발전으로 미국에 이어 두 번째로 견고한 시장으로 성장함과 더불어 현재 지속적으로 높은 성장세를 유지하고 있다. 그리고 중국은 새로운 산업 시설과 플랜트 현대화 프로젝트의 호황을 접하면서 지속적인 경제 성장을 위하여 깨끗한 물 생산을 위한 요구가 필요하다. 물은 여러 다양한 물건들을 생산하기 위한 일차적인 물질이며 냉각, 증기 생산, 정화 및 기타 적용에 이용된다. Inge사에 의하면 지표수 및 해수를 처리하기 위한 한외여과 기술에 대한 기술수요는 꾸준히 증가할 것으로 전망되고 있다.