

2019 Mary K O'Connor Process Safety Center(MKOPSC) 국제심포지엄 참관기

한지윤

아주대학교 환경공학과
jy0324han@ajou.ac.kr

지난 2019년 10월 22일부터 10월 24일까지 사흘간 미국 텍사스주 칼리지스테이션에 있는 Texas A&M 대학교에서 MKOPSC(Mary Kay O'Connor Process Safety Center) 주관의 2019 국제 공정안전 심포지엄(부제: in memory of Dr. M. Sam Mannan, 이하 매년 교수)이 개최되어 참석하였다. 주최기관인 Texas A&M Engineering Experiment Station (TEES)는 100년 동안 엔지니어링과 기술 중심의 연구와 교육 협력을 통해 텍사스 발전에 기여 하였고 시민의 건강, 안전, 삶의 질을 높일 수 있는 관련 연구를 수행하여 지역 발전에 큰 영향을 미쳤다. 또한 산업, 지역사회, 학

술 기관과 협력하여 삶의 질을 향상 시키고, 경제 발전을 촉진하며, 텍사스의 교육 시스템을 향상시키기 위해 문제를 해결하여 왔다. 이렇게 TEES는 중요한 연구를 수행하는 역할을 하면서 매년 국제 학술 대회를 개최하여 화학공정안전을 비롯한 다양한 분야의 안전연구 발전과 소통에 꾸준히 큰 기여를 하고 있는 바이다.

특히 이번 학회는 고인이 되신 화공안전의 대가(大家) 매년 교수님을 기리기 위한 in memory of Dr. M. Sam Mannan 학회로써 더욱더 뜻깊은 시간이었다. 매년 교수님은 필자의 지도교수이신 정승호 교



사진 1. 학회 전 개최됐던 매년 교수님 한국 초청 세미나. 아주대 화학공정안전 연구실 학생들과 Dr. M. Sam Mannan 교수님(좌), 정승호 교수님(우)

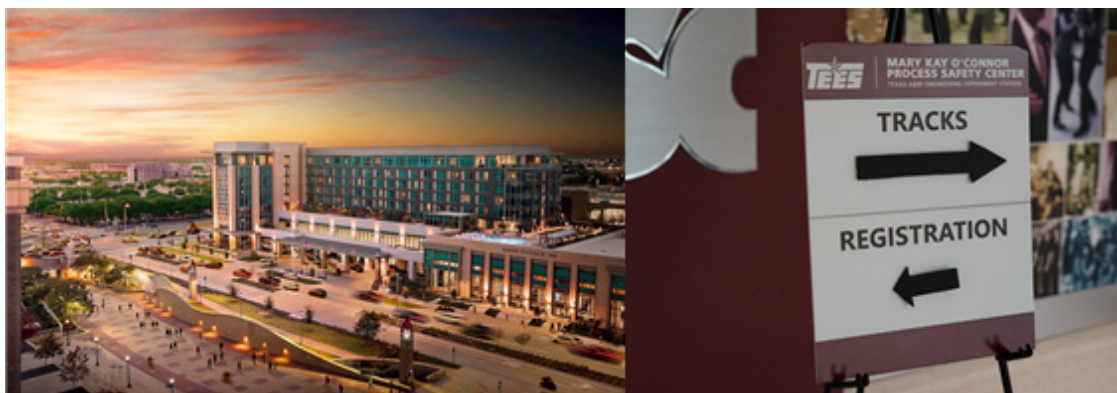


사진 2. 학회장소인 Texas A&M 대학교 내 위치한 Conference Center

수님의 Academic advisor였는데 한국과 매우 인연이 깊은 분이셨다고 한다. 2018년도에 한국을 방문하여 주요 환경부 화학물질안전원, 서울대, 연세대, 삼성전자 및 아주대 환경안전공학과 등 안전 관련 세미나에서 중요한 강의와 자문을 해주셨다. 또한 아주대학교에 오셨을 때 많은 학생들이 모인 강당에서 주옥같은 강연을 해주셨다. 그때 매년 교수님의 강의뿐만 아니라 슬라이드 한 장 한 장 모두 멋지고 소중한 보였던 기억이 필자에게도 있다.

학회는 첫날 엑스모빌사의 E.H.S 대표인 Jerry Wascom 부사장의 기조 강연으로 시작되었다. 이른 오전 시간인 8시부터 시작된 기조 강연에는 많은 사람들이 참석하여 커다란 메인 홀을 꽉 채웠고 테이블에 앉은 사람들과 인사를 나누며 편안한 분위기로 시작할 수 있었다.

프로그램은 다음과 같이 크게 네 가지 세션인 1)



사진 3. 첫날 기조 강연을 하시는 Jerry Wascom

Management, Operational, and Offshore 2) Human Factors—People in Action 3) Design and Analysis 4) Research and Next Generation으로 이루어졌다. 학회가 진행되는 사흘 동안의 프로그램 일정은 각 세션의 다양한 주제들로 꽉 채워 만들어졌기 때문에 학회가 시작되는 오전에 미리 발표 제목들을 검토하고 이동 동선을 계획하여야 했다. 그리고는 세션에 있는 제목들을 부지런히 확인하면서 관심 있는 발표가 진행되는 룸에 참석하였다. 또한 학회 모바일 앱을 다운로드 하여 부여받은 패스

워드를 입력한 후 학회 일정 및 학회 관련 내용들을 편리하고 간편하게 핸드폰으로 확인할 수 있었다.

여러 연구 발표들 중에서 개인적으로 track 2인 Human Factors—People in Action이 다소 흥미로웠다. 안전을 위한 연구 대상은 궁극적으로 사람일텐데 이 세션에서는 그 대상인 인간을 직접적인 연구 대상으로 하여 영향을 끼치는 요소들을 적용하고 인과 관계 등을 살펴보는 분야였기 때문이다. 이 세션은 다시 하위 분야로 1) People and Equipment 2) Safety Culture, Leadership, and Training 3) Learning from Incidents가 있어서 이와 관련된 재미난 연구 발표들이 있었다.

또한 track1의 operational lessons에서 Hans Pasman 교수님의 강의는 참 인상적이었다. 제목은 How to treat expert judgment? With certainty it contains



사진 4. 화학공정안전 관련 연구 발표를 들으러 온 사람들

uncertainty인데 발표하신 내용은 데이터가 부족할 때, 문제를 해결하고 나온 결론을 내릴 수 있는 유일한 방법은 전문가들을 인터뷰하는 것이라고 한다. 그러나 전문가들에 따라 약하게 또는 강하게 서로 다른 의견을 가질 수 있다. 이렇게 다른 전문가들의 의견들 중에서 어느 것이 더 중요한지 또는 그것들을 어떻게 결합하여 결론을 이끌어낼 것인지에 대해서 예시들을 통해서 설명해 주셨다. 기존의 데이터를 근간으로 분석하고 결과를 도출하여 결론 및 결정을 하게 되는 일반적인 사례들을 넘어 객관적인 데이터가 부족함에도 중요하게 부딪히는 문제들이 분명 생기게 된다. 이러한 것들을 더 과학적이고 합리적으로 접근하여 해결할 수 있는 관점을 보여주신 데에 큰 의의가 있었다고 생각한다. 이밖에도 화학공정안전의 중요한 과정인 사고영향분석(consequence analysis), 위험성평가(risk assessment) 관련 발표들도 유익하였고 활발한 질의·응답이 이루어지는 시간들이었다. 또한 Learning from incidents 부문이 있어 사고사례들을 들어 발표하는 세션도 있었다. 그 예들로 6년 전 캐나다에서 캐나다 원유 열차 사고가 일어난 이후 그 교훈을 배우고 적용했는가?라는 질문을 던지며 이 사고의 배경을 살펴보고 기존 및 새로이 생기는 고위험 요소들을 살펴보았다. 또, 2005년 Texas City refinery의 폭발을 포함한 몇 가지 역사적 재난을 예로 들어 복잡한 사건이 몇 가지 기본적인 인과 관계에서 어떻게 분석될 수 있는지를

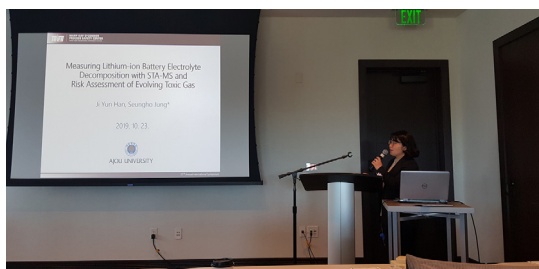


사진 5. 필자의 구두 발표

설명하였다.

둘째 날 오후에는 필자의 구두 발표가 있어 짧지만 긴장된 시간이었다. 연구하고 있는 내용을 슬라이드에 정리하여 관심을 갖고 오신 분들 앞에서 말하는 것은 다소 흥분되면서도 긴장되는 순간이었다. 발표한 연구주제는 리튬이온배터리 전해액을 구성하는 LiPF₆ salt의 열분해 시 수분이 불화수소 유독가스(hydrogen fluoride gas, 이하 HF) 발생에 미치는 영향에 관한 것이었다. 리튬이온배터리는 대표적인 이차전지(secondary battery)로써 최근 전기자동차와 대용량에너지저장장치(ESS)까지 사용범위가 확대되어 다양한 용도로 상용화되고 있다. 하지만 활발한 상용화 연구에 비해 그 위험성 평가는 미진한 것이 현실이다. 리튬이온배터리의 안전성 문제에 있어 가장 잘 알려진 열폭주 현상(thermal runaway)은 급격한 내부온도 상승을 일으키고 배터리를 구성하는 재료들의 열분해를 유발하며, 특히 전해액을 구성하는 LiPF₆ salt가 열분해시 수분과 반응하여 불화수소가스(HF)가 발생한다. 이번 연구에서 LiPF₆가 함유된 서로 다른 다섯 가지 종류의 전해액에 대해 동시 열분석/질량분석(simultaneous thermal analysis and mass spectrometry, 이하 STA-MS)을 실시하여 각 전해액에서 HF가 발생하는 것을 확인하였고 HF가 발생하는 온도를 측정하고 분해 반응의 활성화 에너지 값을 구하였다. 몇몇 전해액들은 수분이 존재할 때 HF 발생온도와 반응 활성화 에너지(E_a)가 낮아지는 것이 관찰되었다. 또한 위험성 평가 관점에서 수분이 존재하는 환경에서 HF 발생온도는 SEI layer(solid electrolyte layer)가 분해되는 온도와 유사하다는 것을



사진 6. 기업부스 앞에서의 사람들(좌)과 간식을 즐기는 사람들(우)

확인하였다. 이번 연구결과가 보다 안전한 리튬이온 배터리 전해액을 개발하는 데에 기초가 되기를 희망한다.

학회 중간의 Break Time에는 홀 복도에 마련된 안전 관련 업체들의 부스 앞에서 참가자들이 관심 있는 제품들과 프로그램들을 보며 물어보고 답하였다. 빵, 커피, 스낵 등의 간식들도 준비되어 출출함을 달래며 활기찬 모습들이었다.

화학공정안전을 연구하고 가르치는 연구자들 및 교수님들의 발표를 보면서 이번 학회 참가는 박사과정 학생의 입장인 필자의 마음에 연구 활동에 대한 의욕을 더 키울 수 있는 촉진제와 같은 역할을 해

준 것 같았다. 또한 학교에만 있었던 좁은 시야가 좀 더 넓어지는 것 같았다. 수업시간의 강의와 게재된 논문들을 통해서만 보았던 안전 관련 연구들이 현재는 무엇이 어떻게 진행되고 있는지를 알 수 있었고 미처 몰랐던 다양한 연구들이 진행되고 있다는 것을 알 수 있었다.

긴 시간의 비행 여정에 비하면 사흘의 시간은 다소 빠듯하였지만 하루하루가 알차고 보람된 시간들이었기에 소중한 경험이 되었고 다음 학회에서는 또 어떤 연구들이 발표될지 기대해보면서 참관기를 마무리 하고자 한다.